
West Virginia University Libraries
3 0802 100972665 8





Rauber's Lehrbuch

der

Anatomie des Menschen.

Neu bearbeitet und herausgegeben

von

Prof. Dr. Fr. Kopsch
Privatdozent und Oberassistent am Anatom. Institut der Universität Berlin.

In 6 Abteilungen.

Abteilung 5: **Nervensystem.**

Mit 420, zum Teil farbigen Abbildungen.

Zehnte vermehrte und verbesserte Auflage.

LEIPZIG 1914.
Verlag von Georg Thieme.

Inhalt von Abteilung V.

Besonderer Teil.

Die Lehre von den Nerven. Neurologia.

A. Allgemeine Neurologie.

B. Spezielle Neurologie.

V. Die Lehre von den Nerven. Neurologia.

A. Allgemeine Neurologie.

1. Vorbemerkungen.

Die bisher betrachteten Organe dienen der Bewegung, Ernährung und Fortpflanzung. Sie nehmen zusammen den überwiegenden Teil der Körpermasse in Anspruch. Aber es fehlen noch die Systeme der Nerven und der Sinnesorgane und mit ihnen viele der wichtigen somatischen und alle psychischen Leistungen. So ist also nunmehr das Nervensystem und darauf die Gruppe der Sinnesorgane in Betracht zu ziehen.

Blicken wir zur Orientierung auf das aus dem Früheren bereits bekannte Querschnittschema des Körpers, so sind die noch ausstehenden Systeme einfach durch zwei Ringe vertreten, den neuralen (Fig. 1, 2) und den epidermalen (1). Beide Ringe, welche mit Bezug auf den ganzen Körper Röhren darstellen, waren ursprünglich miteinander verbunden; ihre Trennung ist eine nachträgliche Erscheinung (Allgem. Teil, S. 154); der epidermale Ring war ursprünglich nichts anderes, als die periphere Fortsetzung des neuralen. Dem Wesen nach bildet folglich ein einheitliches Doppelrohr die Grundlage alles Folgenden.

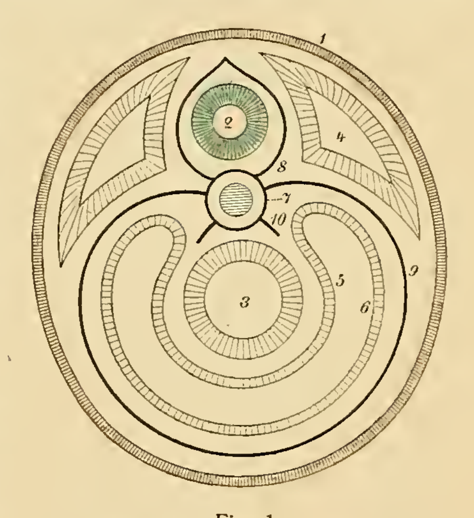


Fig. 1.
Lage des zentralen Nervensystems (2).

Damit das Nervensystem seine den übrigen Körper bis zu einem gewissen Grade beherrschenden, teilweise somatischen, teilweise psychischen Funktionen ausüben könne, ist es zu demselben in innige Beziehungen gesetzt und durchdringt ihn in ausgedehntester Weise. Es ähnelt hierin dem Gefäßsystem; an vielen Orten sind die Bahnen sogar gemeinsam. Und wie das Gefäßsystem einen zentralen und einen peripherischen Teil erkennen läßt, so ist es auch mit dem Nervensystem der Fall. Das Gefäßsystem ist seinerseits reichlich mit Nerven versorgt. So läßt sich schon jetzt vermuten, dem Nervensysteme falle unter anderem die hohe Aufgabe zu, den Körper mit seinen verschiedenartigen Organen und Funktionen zu einem einheitlich wirkenden, harmonisch tätigen Ganzen zu gestalten.

Der zentrale Teil, das Zentralnervensystem, Systema nervorum centrale, besteht aus dem Gehirn und dem Rückenmark. Der peripherische Teil, das peripherische Nervensystem, Systema nervorum periphericum,

enthält die peripherischen Nerven und die mit ihnen in Verbindung stehenden peripherischen Nervenknoten, Ganglien. Letztere sind wieder von zweierlei Art, und zwar cerebrospinale und sympathische Ganglien. Die sympathischen Ganglien bilden mit zahlreichen, sie unter sich selbst und mit dem cerebrospinalen Systeme verbindenden und von ihnen ausgehenden Nervenfäden ein teilweise selbständiges System, das sympathische oder vegetative, splanchnische Nervensystem, den Sympathicus.

Geschichtliches.

Während Diogenes von Apollonia, 450 v. Chr., den Ruhm bewahrt, im Altertum der erste genaue Kenner der Blutgefäße gewesen zu sein, führen die ältesten Nachrichten über wichtige Funde am Nervensystem auf Aristoteles (384—322) zurück. Er lehrte die Nerven von den Sehnen unterscheiden. Der Name *νεῦρον*, Sehne, Flechse, Nerv, weist noch auf die ursprüngliche Bedeutung hin. Vom Gehirn und seinen Funktionen hatte Aristoteles dagegen höchst unzureichende Vorstellungen. Galen (131—201) stellte die Lehre des Erasistratus, daß Bewegungs- und Empfindungsnerven unterschieden werden müßten, experimentell fest, indem er die Folgen von Nervendurchschneidungen studierte. Er zeigte ferner, daß die Nerven teils vom Gehirn, teils vom Rückenmark entspringen. Letztere werden von ihm nach den Regionen unterschieden und die Hirnnerven in 7 Paare getrennt; es sind folgende: Opticus, Oculomotorius und Trochlearis, Trigeminus, Palatinus, Acusticus und Facialis, Vagusgruppe, Hypoglossus. Den Olfactorius der Späteren beurteilt er richtig als Hirnteil. Vom Gehirn sind eine Anzahl von Tatsachen gut dargestellt; an dem ihm bekannten Infundibulum cerebri wird eine Verbindung mit der Nasenhöhle angenommen.

Wenn hiernach auch die Kenntnis von Empfindungs- und Bewegungsnerven bis in das griechische Altertum hinaufreicht, so dauerte es doch noch viele Jahrhunderte, bis durch Charles Bell (1811) der weitere Fortschritt gemacht wurde durch den Nachweis, daß jeder Nerv typisch mit zwei physiologisch verschiedenen Wurzeln aus dem Zentralorgan hervorgeht, einer ventralen, zentrifugalen, motorischen, und einer dorsalen, zentripetalen, sensiblen.

Die Bedeutung des Gehirnes als nervöses Zentralorgan und Sitz der seelischen Funktion war im Altertum keineswegs allgemeine Annahme, obwohl einzelne, wie Alkmaeon, im 6. Jahrh. v. Chr., und Platon sich für diese Lehre ausgesprochen hatten. Aristoteles glaubte, das Herz sei der Sitz des Bewußtseins; Galen dagegen lehrte, der Ursprung der Nerven sei im Gehirn und im Herzen. Soemmerring hielt die Ventrikelflüssigkeit des Gehirnes für den Sitz des Bewußtseins. Versuche mit Entfernung des Großhirnes und die Beweisführung für seine psychische Bedeutung wurden erst in den ersten Jahrzehnten des achtzehnten Jahrhunderts unternommen (Desmoulins, Flourens u. a.). Der Nasenschleim galt sehr lange als ein Abfluß und eine Funktion des Gehirnes durch das Siebbein.

Das Rückenmark wurde sehr lange Zeit nur als Nervenstamm für den Rumpf und für die Extremitäten betrachtet; erst das Studium der Reflexbewegungen bahnte einer richtigen Anschauung den Weg.

Von der neueren verwickelten Geschichte des Gegenstandes wird an späteren Stellen die Rede sein. Hervorzuheben ist hier nur der Umstand, daß durch die neueren mikroskopischen, entwicklungsgeschichtlichen, vergleichenden und physiologischen Untersuchungen ein außerordentlich umfangreiches und großartiges Material an Tatsachen bereits gewonnen worden ist und in rascher Folge ferner gewonnen werden wird. Die neueren Methoden gestatten es, keine primitive Nervenfibrille im Zentrum und in der Peripherie mehr zu übersehen, sondern die Bahn einer jeden sicher zu verfolgen. Es läßt sich sogar behaupten, daß der Bauplan des Nervensystemes durch die neueren Methoden im wesentlichen bereits aufgeklärt worden ist. So haben denn die seinerzeit berühmten, von Fantoni vor zwei Jahrhunderten gesprochenen Worte ihre Berechtigung mehr und mehr verloren: Obscura textura, obscuriores morbi, functiones obscurissimae.

Was letztere betrifft, so hatte man sich das Wesen der peripheren Nervenwirkung verschieden vorgestellt. Die einen nahmen an, die Vorgänge an den peripheren Nerven fänden nach Art von Klingelzügen statt; andere glaubten, die Nerven seien eine Art Saiten, welche Schwingungen fortpflanzen. Die erste Molekulartheorie stammt von N. Robinson (1630); er nahm in den Nerven eine große Anzahl kleinster Teilchen an, die ihre Schwingungen einander mitteilen. Die meisten indessen glaubten, in den Nerven zirkuliere eine Flüssigkeit oder ein Gas, welche durch Unterbindung zurückgehalten werden könnten. Newton hielt den Äther für das mögliche Nerven-

prinzip. Die ersten Angaben über die elektrische Natur des letzteren stammen von Hausen (1743) und de Sauvages (1744). Die Erkennung der elektrischen Beschaffenheit des Schlages der Zitterfische (1773), die Entdeckung der tierischen Elektrizität durch Galvani und seine Nachfolger, die Wahrnehmung der gesetzlichen Erscheinungen der elektrischen Nervenreizung bahnten in der Folge der elektrischen Theorie der Nervenleitung den Weg. Doch gelang es erst 1843 du Bois-Reymond durch die Entdeckung der negativen Schwankung des Nervenstromes und des Elektrotonus, eine elektrische Theorie der Nervenleitung aufzustellen. 1850 führte Helmholtz die erste Messung der Leitungsgeschwindigkeit im lebenden Nerven aus, welche sich als auffallend klein herausstellte, während J. Müller noch 1844 sie für unmeßbar groß erklärt hatte (siehe S. 12).

L. Stieda, Geschichte der Entwicklung d. Lehre von den Nervenzellen, Festschrift für Kupffer, Jena 1899.

2. Das neurale Segment.

Das zentrale Nervensystem weist nur noch Andeutungen metamerer Gliederung auf; ihre Spuren müssen durch mühsame, vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen verfolgt werden. Am peripherischen Nerven-

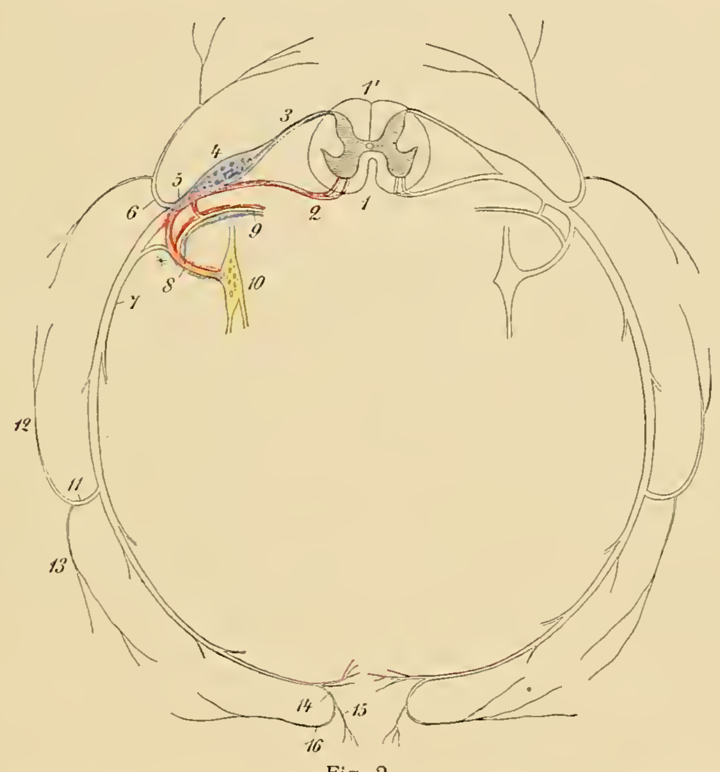


Fig. 2.

Querschnitt des zentralen und des peripherischen Nervensystems des Menschen.
1 Fissura mediana anterior des Rückenmarkes; 1' Sulcus medianus posterior; 2 motorische Wurzel; 3 sensible Wurzel; 4 Ganglion spinale; 5 Nervus spinalis; 6 Ramus posterior; 7 Ramus anterior; 8 Ramus communicans; 9 Ramus meningeus; 10 Ganglion sympathicum; 11 Ramus cutaneus lateralis; 12 hinterer, 13 vorderer Endast von 11; 14 Ramus cutaneus anterior; 15 und 16 medialer und lateraler Endast desselben. Der Rückenmarksquerschnitt zeigt das X oder H der grauen Substanz mit dem Zentralkanal in der grauen Commissur; um die graue Substanz liegt der weiße Markmantel.

system dagegen ist die segmentale Anordnung in höherem Maße erhalten, viel deutlicher als bei allen anderen Körpersystemen.

. Das Nervensegment zeigt folgenden Typus:

Aus dem Zentralorgan (Fig. 2, 1—1') geht jederseits eine ventrale oder vordere motorische Nervenwurzel, Radix anterior (2) hervor, welche sich lateral-

wärts wendet; ihr kommt eine dorsale oder hintere, wesentlich sensible Nervenwurzel (3) entgegen, Radix posterior, welche zu einem Ganglion (4) anschwillt, dem Ganglion spinale. Mit diesem Ganglion geht die vordere Wurzel keine Verbindung ein, sondern legt sich ihm nur an, oder wird in einer Furche des Ganglion aufgenommen. Jenseits des Ganglion spinale verbindet sich die vordere mit der hinteren Nervenwurzel zum kurzen gemeinsamen Stamm des Spinalnerven, Nervus spinalis (5). Der letztere teilt sich alsbald typisch in eine Gruppe von vier verschiedenen, gemischten Zweigen, welche verschiedene Teile der Körperperipherie aufsuchen:

1. Ramus posterior (6); er wendet sich nach hinten zur Versorgung der Muskulatur und Haut des eigentlichen Rückens, indem er mediale und laterale Zweige entsendet.

2. Ramus anterior (7); er wendet sich in der Leibeswand nach vorn und sendet auf seinem Wege zwei typische Zweige ab, a) einen seitlichen, Ramus cutaneus lateralis (11), der sich wieder in einen hinteren und vorderen Zweig teilt und einen großen seitlichen Hautstreifen versorgt; b) einen vorderen, Ramus cutaneus anterior (14), welcher das vordere an die Medianlinie grenzende Hautgebiet zu innervieren hat. Mit seinen übrigen Bestandteilen versorgt der Ramus anterior vor allem die gesamte ventrale Muskulatur, welcher auch die Muskulatur der Extremitäten angehört.

3. Ramus meningeus (9). Dieser feine, aber systematisch wichtige Zweig wendet sich, nachdem er ein Fädchen vom folgenden Aste, dem Ramus communicans, aufgenommen hat, rückläufig durch das Foramen intervertebrale in den Wirbelkanal und löst sich in Fäden auf, welche das Rückenmark und seine Hüllen, sowie die Wände des Wirbelkanals und dessen übrigen Inhalt mit Zweigen versehen.

4. Ramus communicans (8); dieser wichtige gemischte Ast ist vor allem für die Eingeweide und Gefäße bestimmt und tritt für diesen Zweck mit dem Grenzstrange des Sympathicus (10) in innige Verbindung, macht einen Bestandteil des letzteren aus, führt aber auch Faserzüge aus dem Sympathicus in das cerebrospinale System hinüber.

In der geschilderten Form tritt uns das neurale Segment nur im Brustteil des Körpers entgegen; im Lendenteil bedingt bereits die Gegenwart der unteren Extremitäten gewisse Änderungen. Im Hals- und besonders im Kopfteil des Körpers sind die Änderungen bedeutender, wie bereits oben angedeutet worden ist.

Was die Lage des neuralen Segmentes im Körper betrifft, so liegt ein zentraler Teil in dem Wirbelkanal und in der Schädelhöhle, ebenso die abgehenden Nervenwurzeln. Die Lagerstätte der spinalen Ganglien ist im allgemeinen das Foramen intervertebrale. Die Bahn des hinteren, vorderen, rückläufigen und medialen Astes, sowie die Lage des Sympathicus ergibt sich nach dem vorigen leicht aus den bereits bekannt gewordenen Verhältnissen des Bauplanes des Körpers (Fig. 1) und des Gefäßsegmentes (Fig. 184, 185, Abt. III).

3. Die Formelemente des Nervensystems und ihr Zusammenhang.

Das Nervensystem besteht hauptsächlich aus Nervengewebe, d. h. aus Neuronen und aus Neurogliazellen; doch beteiligen sich an seinem Aufbau Bindegewebe und Muskelgewebe, welche als Blut- und Lymphgefäße in reicher Menge vorhanden sind.

Alle diese Formbestandteile sind bereits im allgemeinen Teil geschildert worden.

An dieser Stelle ist noch einiges über den Zusammenhang und das Verhältnis der einzelnen Elemente zu einander nachzutragen, um die wesentlichen Grundsätze der Organstruktur des Nervensystems zu zeigen.

a) Nervenzellen.

Wir haben gesehen, daß die Neuronen nach der Zahl ihrer Fortsätze als uni-, bi- und multipolare Elemente unterschieden werden. Neben dieser Einteilung ist eine andere vorhanden, bei welcher die größere oder geringere Länge der Neuriten das unterscheidende Merkmal darstellt.

α. Zellen mit langem Neuriten oder Golgische Zellen des 1. Typus; der Nervenfortsatz wird bei ihnen, nachdem er eine Anzahl feiner Seitenästchen, Kollateralen, abgegeben haben kann, zum Axenzylinder einer markhaltigen Nervenfaser. Innerhalb dieser Gruppe gibt es Neuronen mit sehr verschieden langem Neuriten. Die längsten können beim Menschen länger als ein Meter sein.

β. Zellen mit kurzem Neuriten oder Golgische Zellen des 2. Typus; bei ihnen löst sich der Nervenfortsatz in der Nähe des Zellkörpers unter fortwährender Teilung alsbald in ein dichtes nervöses Astwerk auf. Fig. 3.

Da der Nervenfortsatz aus einer mehr oder minder großen Anzahl von Fibrillen besteht, so ist die Astabgabe und Teilung nur als ein Auseinandertreten der Einzelfibrillen zu beurteilen.

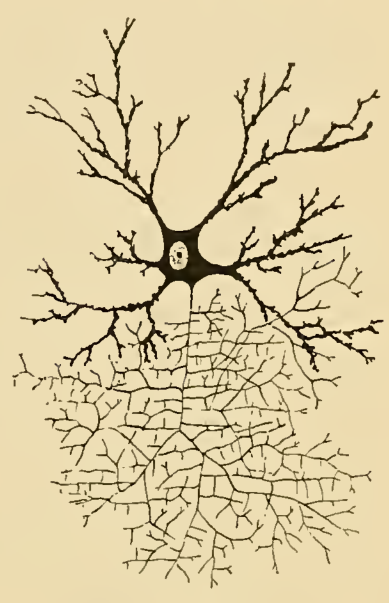


Fig. 3.
Golgische Zelle des II. Typus.
(Nach Schäfer.)

b) Nervenfasern.

Die Nervenfasern des Zentralnervensystems sind teils markhaltig, teils marklos. Erstere weichen von dem im allgemeinen Teil geschilderten Bau insofern ab, als sie keine Schwannsche Scheide besitzen. Sie sind nur von einer dünnen Hülle umgeben.

Von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, daß im fetalen Zentralnervensystem zunächst keine Markscheiden vorhanden sind. Diese bilden sich zu bestimmten und zwar für die einzelnen Teile verschiedenen Zeiten. (Flechsig.) Noch beim Neugeborenen und sogar im späteren Alter sind zahlreiche Faserzüge marklos. Man nimmt an, daß noch bis in das späte mittlere Lebensalter Fasern sich mit Mark umgeben, welche bis dahin marklos waren, und erklärt diese eigentümliche Erscheinung damit, daß die marklos angelegten Fasern dann einen Markmantel bekommen, wenn sie in Benutzung genommen werden.

c) Nervenfaserfilz und Nervennetz. Fig. 4, 5.

Wir wissen schon aus der Gewebelehre, daß die Fortsätze der Neuronen, und zwar die Dendriten sowie der Neurit und dessen Kollateralen sich unter fortgesetzten Teilungen verästeln und dadurch sogenannte Endbäumchen, Telodendren, bilden. Die feinsten Äste dieser Endbäumchen bestehen schließlich nur aus einer einzelnen Neurofibrille und etwas Perifibrillarsubstanz (Bethe).

Der Sinn dieser Einrichtung ist leicht verständlich; es vergrößert sich durch sie die wirksame Oberfläche und das zu beherrschende Gebiet in hohem Grade.

Über die Zustände an den letzten Enden der Endbäumchen bestehen noch verschiedene Ansichten. Früher nahm man allgemein an, die benachbarten Astwerke hingen unmittelbar miteinander zusammen und es erstrecke sich so durch die Nervenzentren ein weit ausgedehntes, überall durchgreifendes Nervennetz. (Gerlach 1871, Virchow und auch Golgi, sowie B. Haller.)

Dann neigte man unter dem Einfluß der mittels der Golgischen Methode erzielten Ergebnisse und der darauf begründeten Neuronenlehre dazu, die direkte Verbindung der Neuronen zu leugnen. Das Nervennetz der früheren Autoren wird im allgemeinen nur als ein dichter Nervenfaserfilz aufgefaßt, welcher durch das Ineinandergreifen der Verästelungen verschiedener Neuronen entstünde. Die Verbindung der Neuronen miteinander, welche die physiologische Betrachtung zu fordern scheint, sollte nur durch Anlagerung und Kontakt oder auch durch sekundäre Vereinigung erfolgen (Golgi, Kölliker).

Im letzten Jahrzehnt ist dann wieder auf Grund der Darstellungen der Neurofibrillen das Bestehen eines echten nervösen Netzwerkes beschrieben worden, welches seinerzeit von J. Gerlach bei Wirbeltieren entdeckt und durch B. Haller für eine große Zahl von Wirbellosen und Fischen nachgewiesen worden war. Es kann wohl kaum bezweifelt werden, daß für bestimmte Stellen das Nervennetz durchaus sicher nachgewiesen ist.

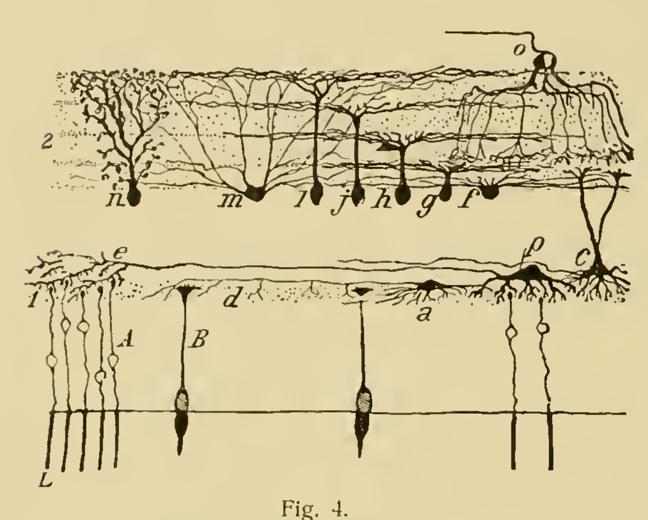


Fig. 4.

Beispiel für die Übertragung der Erregung zwischen den Neuronen durch Vermittlung der Dendriten und Neuriten; Netzhaut eines Säugetieres mit Chromsilberimprägnation. (Cajal.)

1 äußere, 2 innere retikuläre Schicht, gebildet durch die Verästelungen der Neuronen. *A* und *B* Neuroepithelzellen = Neuronen I. Ord.; *a, p* sogenannte Horizontalzellen; *d, e* Äste der Neuronen *a* und *p*; *c* Zelle, deren Fortsätze sich in beiden retikulären Schichten verästeln; *f—n* sogenannte Spongioblasten; *o* Ganglienzelle.

Diese Tatsachen haben Veranlassung gegeben zu zahlreichen Schriften für und wider die Neuronenlehre (Nissl 1903, Bethe 1904, Schiefferdecker 1904, Straßer 1907 und andere). Einzelheiten hierüber zu geben, kann nicht Gegenstand dieser Darstellung sein; wer sich dafür interessiert, möge bei den genannten Autoren nachlesen.

Beim Unterricht brauchen wir zur übersichtlichen Darstellung eine zusammenfassende Bezeichnung für die einzelne Nervenzelle plus der Summe aller ihrer Ausläufer, und dazu ist die Bezeichnung Neuron immer noch geeignet, auch wenn sich herausstellen sollte, daß alle Neuronen im Nervennetz miteinander zusammenhängen. Wenn man analoge Erscheinungen zur Unterstützung heranziehen darf, so kann auf das geschichtete Plattenepithel verwiesen werden, dessen einzelne Zellen ebenfalls durch zahlreiche Ausläufer zusammenhängen, und bei welchem wohl niemand verlangen wird, daß wir den Begriff der einzelnen Zelle aufgeben.

Im folgenden bezeichnet also das Wort Neuron eine Nervenzelle mit allen ihren Ausläufern und deren Endigungen.

d) Äußeres Golginetz.

Die Verbindung verschiedener Neuronen findet nicht nur im Nervennetz durch Verbindung feinster Ausläufer statt. Weit verbreitet ist die Anlagerung feinerer oder gröberer Äste eines oder mehrerer Neuronen an den Zellkörper und die Dendriten eines anderen Neuron. Man findet ein Flechtwerk oder Netzwerk von Fäserchen, Faserkorb, in der Umgebung des Zellkörpers und seiner Aus-

läufer, an welches von außen her stärkere Zweige (Kollateralen, Dendriten anderer Neuronen) treten. Fig. 5—11.

Weitere Untersuchungen haben noch andere feinere Verbindungen aufgedeckt: Von diesem immerhin noch gröberen Netze gehen nämlich feinere Fäserchen aus, welche auf der Oberfläche des Ganglienzellkörpers und der Dendriten ein feines

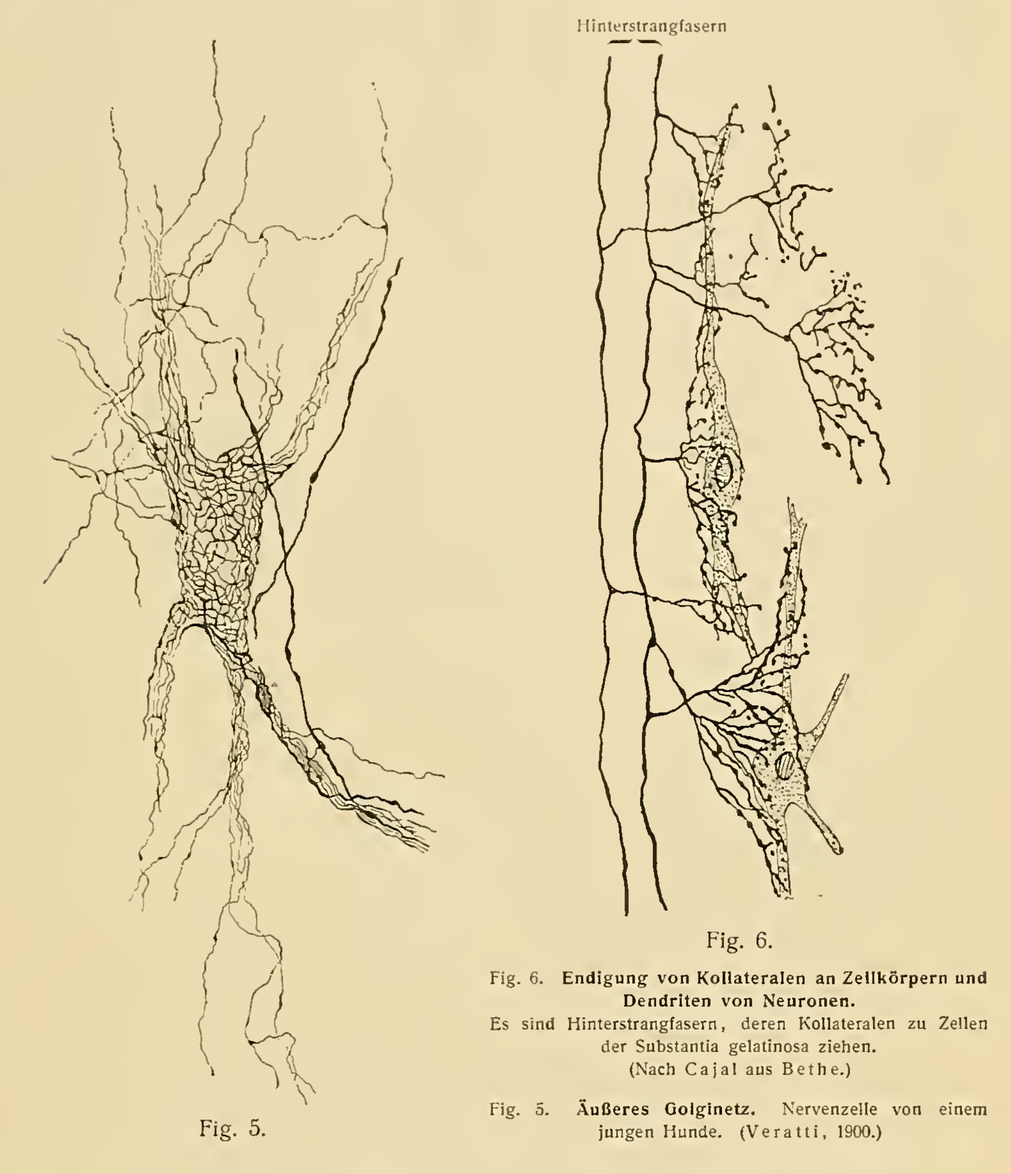


Fig. 5.

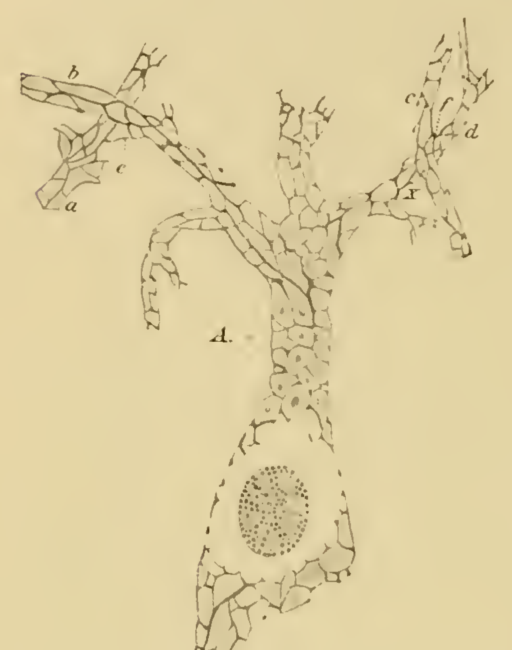
Fig. 6.

Fig. 6. **Endigung von Kollateralen an Zellkörpern und Dendriten von Neuronen.** Es sind Hinterstrangfasern, deren Kollateralen zu Zellen der Substantia gelatinosa ziehen. (Nach Cajal aus Bethe.)

Fig. 5. **Äußeres Golginetz.** Nervenzelle von einem jungen Hunde. (Veratti, 1900.)

Netz, das äußere Golginetz (Fig. 5, 7, 8) bilden. — Golgi hat es zuerst gesehen und genauer beschrieben. — Er hielt es zuerst für übereinstimmend mit dem Neurokeratingerüst der Nervenfasern, allein die Untersuchungen von Meyer, Held, Veratti, Bethe haben gezeigt, daß es aus Neurofibrillen besteht, welche von einer geringen Menge von Perifibrillarsubstanz umgeben sind. Es soll nicht unterlassen werden zu bemerken, daß Cajal und Donaggio entgegen der Auffassung von Bethe das äußere Golginetz als einen Bestandteil der betreffenden

Zelle erklärt haben. Nach Bethe aber besteht das äußere Golginetz aus einem feinen Gitter oder Netz von Neurofibrillen, welche durch Perifibrillarsubstanz zusammengehalten werden, dem Zellenkörper und den Dendriten von außen dicht aufliegen und mit den Faserkörben sowie mit anderen von außen kommenden Ästen zusammenhängen (Fig. 7—9). Die Fibrillen des äußeren Golginetzes treten in die umsponnene Ganglienzelle ein oder umgekehrt aus der umsponnenen Ganglienzelle treten Fibrillen in das äußere Golginetz aus. Fig. 9.



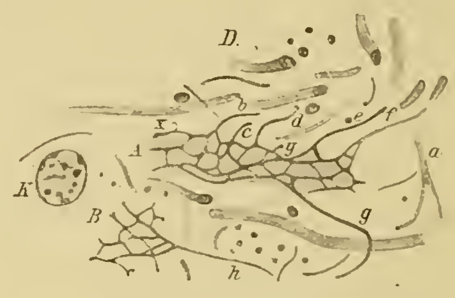


Fig. 7.

Äußeres Golginetz. (Nach Bethe.) *A.* Eine Zelle des Nucleus dentatus vom Hund. *D.* Ein Dendrit *A* mit dem äußeren Golginetz, in welches dünne Fibrillenbündel *b, c, d, f, g* aus der Umgebung übergehen.



Fig. 8.

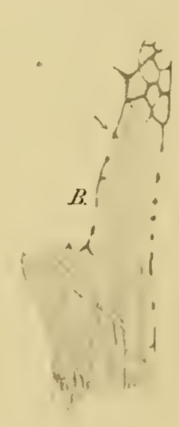


Fig. 9.
Übergang einer Fibrille aus dem Innern des Protoplasmafortsatzes B in das äußere Golginetz.
Von einer Zelle aus der Medulla des Kaninchens.
(Nach Bethe.)

Fig. 8. **Faserkorb, äußeres Golginetz und Neurofibrillen an derselben Ganglienzelle.** (Nach Bethe.)
d, f, g Fasern des Faserkorbes, welche in das äußere Golginetz übergehen.

Wie man sieht, handelt es sich hier um eine außerordentlich bedeutungsvolle Einrichtung zur Übertragung der Erregung von einem Neuron auf das andere.

Bethe, A., Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig, G. Thieme 1903. — Besta, C., Sul reticolo periferico della cellula nervosa nei mammiferi. Internat. Monatsschr. Anat.

u. Phys., Bd. 27, 1910. — Haller, B., Zur Wahrung meiner Priorität in Sachen der Kontinuitätslehre des Zentralnervensystems. Neurolog. Zentralblatt 1907. — Nissl, Fr., Die Neuronenlehre und ihre Anhänger, 1903. — Retzius, G., The principles of the minute structure of the nervous system as revealed by recent investigations. Proc. Royal. Soc. Vol. 80, 1908. — Schiefferdecker, Über die Neuronen und die innere Sekretion. Sitzber. Niederrh. Ges. Nat.-Heilk., 1905. — Strasser, Über Neuronen und Neurofibrillen. Bern 1907.

4. Neuronen I., II. usw. Ordnung.

Jedes Neuron leitet die Erregung von einer oder von mehreren Stellen zu einer oder mehreren anderen Stellen. Dort geht der Impuls, sei es direkt (bei Annahme des kontinuierlichen Überganges der Neurofibrillen aus einem Neuron in ein anderes) oder indirekt (bei Annahme der Übertragung der Erregung durch einfache Anlagerung) auf ein zweites Neuron über. Von diesem wird er in derselben Weise auf ein drittes Neuron, von diesem auf ein viertes usw. fortgeleitet.

Zur bequemen Kennzeichnung werden die betreffenden Neuronen als Neuronen I., II., III. usw. Ordnung bezeichnet. Fig. 12—14.

Besonders hervorgehoben muß hier noch werden, daß die Erregung eines Neuron unterer Ordnung auf zahlreiche Neuronen der höheren Ordnung über-



Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 10, 11. **Anlagerung des Neuriten eines fremden Neuron an den Körper eines andern Neuron unter Bildung eines Endkelches.**
Beide Bilder stellen Zellen des Nucleus trapezoides dar.

Fig. 10 (von Held). Nucleus trapezoides des Kaninchens. *fr* Neurit des fremden Neuron; *k* Endkelch; *tz* Zellkörper des andern Neuron.

Fig. 11 (von Veratti). Nucleus trapezoides des Meerschweinchens. Vitale Methylenblaufärbung. Blau ist der Neurit und der Endkelch des fremden Neuron, rot der Zellkörper und Kern des andern Neuron.

geht und daß auf ein einzelnes Neuron von zahlreichen verschiedenen Orten her Erregungen übertragen werden.

5. Kerne und Zentren, Bahnen und Bündel, Wurzeln und Wurzelfasern.

Die Zellkörper von Neuronen, welche gleiche Funktion besitzen, liegen im allgemeinen zu Gruppen vereinigt neben- und beieinander; sie bilden ein gegen die Umgebung in gewisser Weise abgrenzbares Territorium. Solche Zellenkörper-Gruppen nebst dem von ihren Dendriten und Telodendren anderer Neuronen durchsetzten Gebiet heißen Zentren oder Kerne, Nuclei. So bedeutet Hypoglossuskern die Gesamtheit der Zelleiber usw. derjenigen Neuronen, deren Neuriten den N. hypoglossus bilden. Sprachzentrum ist derjenige Teil der Hirnrinde, dessen Zellen bei der Bildung der Sprache wirken.

Nicht nur die Zellkörper und Dendriten von Neuronen derselben Funktion liegen nahe beieinander, auch die Neuriten ziehen bündelweise über längere oder kürzere Strecken nebeneinander her. Während des Verlaufes geben sie hier und da Kollateralen zu benachbarten Kernen und Neuronen, werden allmählich

faserärmer und endigen schließlich an einer bestimmten Stelle. Andere solche Bündel werden allmählich stärker dadurch, daß sie fortdauernd Zuwachs von neuen Neuriten bekommen.

Stärkere Bündel von Neuriten werden Bahnen oder Bündel, Fasciculi, Tractus genannt; für schwächere dienen die Namen Faserzüge oder Fasern, Fibrae, Fila.

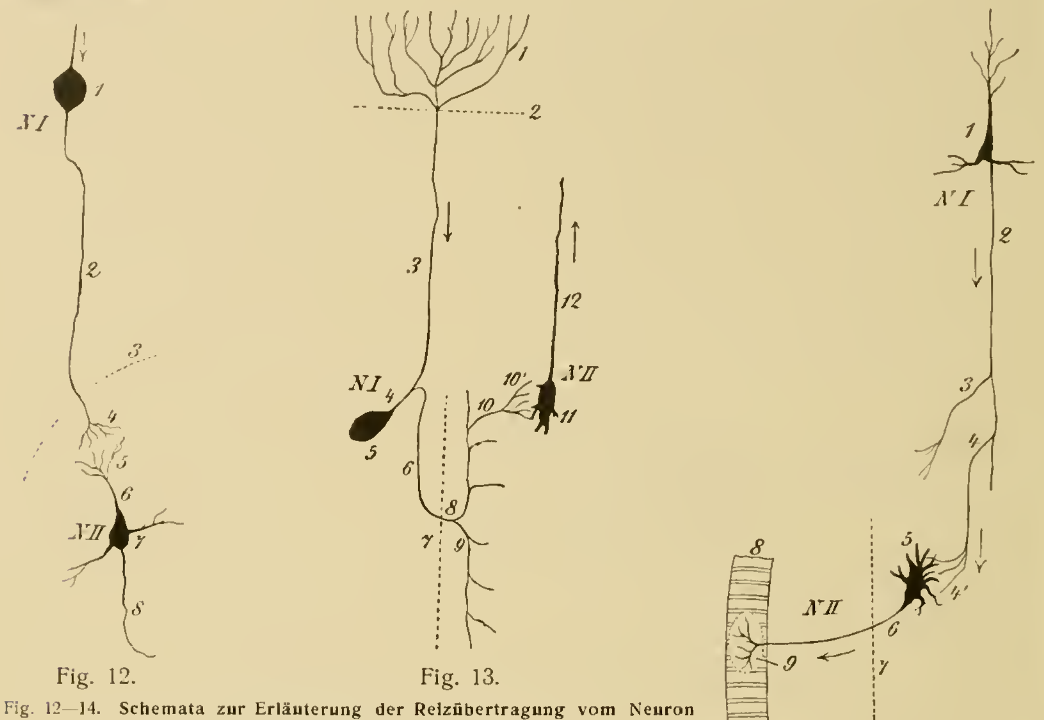


Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14.

Fig. 12—14. **Schemata zur Erläuterung der Reizübertragung vom Neuron I. Ord. auf ein Neuron II. Ord.**
Die Pfeile bezeichnen den Weg der Erregung.

Fig. 12. Vermittelung der Reizübertragung durch ein Endbäumchen (4) des Neuron I. Ord. auf die Verästelung (5) eines Dendriten (6) des Neuron II. Ord.

Fig. 13, 14. Vermittelung der Reizübertragung durch Endbäumchen von Kollateralen (Fig. 13, 10, 10'; Fig. 14, 4, 4') des Neuron I. Ord. auf den Zellkörper (Fig. 13, 11, Fig. 14, 5) des Neuron II. Ord.

Im einzelnen bedeutet in Fig. 12: *NI* Neuron I. Ord. (Riechzelle); 1 Zellkörper; 2 sein Neurit; 3 Grenze gegen den Riechlappen; 4 Endbäumchen; 5 Endbäumchen eines Dendritenstämmchens (6) des Neuron II. Ord.; 7 Zellkörper des Neuron II. Ord.; 8 Neurit desselben.

In Fig. 13 bedeutet: *NI* Neuron I. Ord.; 1 sein peripherisches Endbäumchen in der Epidermis; 2 Grenze der Epidermis; 3 periphere zentripetale Faser, die wahrscheinlich einem Dendritenstämmchen entspricht; 4 gemeinsamer Ast; 5 Körper einer Nervenzelle eines Ganglion spinale; 6 aufsteigende zentripetale Faser, die wahrscheinlich einem Neuriten entspricht; 7 Grenze des Rückenmarkes; 8 und 9 Gabelung der Faser 6 in einen aufsteigenden und absteigenden Arm; 10 eine der Kollateralen mit ihrem Endbäumchen 10'; *NII* sensibles Neuron II. Ord.; 11 Zellkörper; 12 sein Neurit.

In Fig. 14 bedeutet: *NI* motorisches Neuron I. Ord.; *NII* motorisches Neuron II. Ord.; 1 Zellkörper des ersteren; 2 sein Neurit; 3 und 4 Kollateralen des Neuriten 2; 4' Endbäumchen des Neuriten 2; 5 Zellkörper des Neuron II. Ord.; 6 sein Neurit; 7 Grenze des Rückenmarkes; 8 gestreifte Muskelfaser; 9 Endbäumchen der motorischen Endplatte.

Zur Kennzeichnung der verschiedenen Bahnen dienen physiologische und morphologische Eigenschaften. Vom physiologischen Standpunkt unterscheidet man sensible (sensorische) und motorische, sowie Verbindungs- oder Assoziationsbahnen.

Bei der auf morphologischen Charakteren fußenden Bezeichnung der Bahnen, wie sie in den B. N. A. durchgeführt ist, sind häufig Anfang und Ende der Bahn bei der Namengebung verwendet, wobei zugleich im Namen die Richtung der Bahn enthalten ist, indem ihr Ausgangspunkt an den Anfang des Eigenschaftswortes gesetzt ist. Die deutschen Bezeichnungen sind etwas schwerfälliger,

geben aber Anfang und Ende oft noch präziser an, z. B. Fasciculus cerebellospinalis, Kleinhirn-Seitenstrang-Bahn.

Eine ältere Periode verwandte mit Vorliebe zur Bezeichnung der Kerne und Bahnen Autorennamen, welche auch heute noch vielfach im Gebrauch sind und deshalb ebenfalls gelernt werden sollen.

Die am Zentralnervensystem ein- und austretenden Neuriten- oder Faserbündel werden als Wurzeln, Radices, bezeichnet; der einzelne Neurit heißt Wurzelfaser, Filum radiculare. Die Neuriten der motorischen Nerven werden Wurzelfasern genannt, bis zum entsprechenden (intervertebralen) Ganglion, oder bis zum Austritt aus der Dura mater; die Neuriten der sensiblen Nerven heißen Wurzelfasern von dem (intervertebralen) Ganglion an bis zum Eintritt in bestimmte Bahnen. Es herrscht hier jedoch eine gewisse Willkür.

6. Physiologische Einteilung der Neuronen.

Nach der Richtung, in welcher die Neuriten den Reiz leiten und nach der Lage des Neuron, kann man drei große Gruppen von Neuronen unterscheiden, zentripetale, zentrifugale, interzentrale Neuronen.

1. Die zentripetalen oder rezeptorischen Neuronen leiten den an der Peripherie empfangenen Reiz zum Zentrum und geben ihn dort an andere Neuronen weiter. Sie sind die Nerven der Sinnesapparate (sensorielle Nerven) und entspringen an der Peripherie entweder als Fortsätze von Neuroepithelzellen (Riechzellen, Sehzellen), oder beginnen (einfach sensible) entweder in peripherischen Netzen oder in besonderen Endapparaten (Gefühlsnerven) und haben den Zellkörper an anderer Stelle (im Spinalganglion).

2. Die zentrifugalen oder effectorischen Neuronen leiten durch ihre Neuriten den Impuls vom Zentrum zu peripherischen Organen. Sie ziehen zur gestreiften und zur glatten Muskulatur, motorische Nerven. Die Nerven der letzteren lassen eine wichtige Unterabteilung erkennen, Nerven der Gefäßmuskulatur, Gefäßnerven. Vasomotorische oder vasokonstriktorische Fasern sind solche, deren Erregung ein Gefäß verengert; vasodilatierende Fasern jene, deren Reizung aktive Gefäßerweiterung bedingt. Motorische Nerven, deren Reizung nicht eine Kontraktion, sondern eine Verlangsamung und einen Stillstand der Bewegungen hervorrufen, werden Hemmungsnerven genannt. Auch noch andere funktionelle Unterarten der Gefäßnerven kennt die Physiologie. Zentrifugale Nerven, die zu Drüsen gelangen und ihre Funktion beeinflussen, heißen sekretorische Nerven. Mehrfach wird noch eine besondere Klasse von Nerven erwähnt, welche trophische Nerven heißen; man nimmt von ihnen an, daß sie auf die Ernährung der Gewebe einen bestimmenden Einfluß ausüben; doch ist ihr Vorkommen zweifelhaft, da es sich vielleicht um vasomotorische oder sekretorische Nerven handelt.

3. Die interzentralen Neuronen dienen zur Verbindung verschiedener Teile der Zentralorgane. Sie sind nie Neuronen I., sondern stets höherer Ordnung. Die Länge ihrer Neuriten ist sehr verschieden, denn sie dienen sowohl zur Verbindung benachbarter als auch weit voneinander entfernter Abschnitte der Zentralorgane. Ihre Tätigkeit besteht also in der Assoziation, sie heißen darum Assoziations-Neuronen.

Auch außerhalb des Zentralnervensystems sind in peripherischen Ganglien und in peripherischen Nerven interzentrale Neuronen vorhanden.

Die Geschwindigkeit der Reizleitung beträgt an den motorischen Armnerven des Menschen etwa 34 m in der Sekunde (Helmholtz und Baxt), an Froschnerven 27, an den Nerven des Hummers 6—12 m. Nach neueren Untersuchungen von Piper (Arch. f. ges. Physiol. 1909) beträgt die Leitungsgeschwindigkeit im markhaltigen menschlichen Nerven 120 m in der Sekunde.

7. Weiße, graue, gelatinöse Substanz.

Die im Vorhergehenden besprochene Anordnung der Neuronen-Zellkörper zu Gruppen und die Zusammenlagerung der Neuriten zu Bündeln, deren einzelne Elemente einander parallel verlaufen, bedingt einen großen Farbenunterschied der Kerne und der Bahnen. Die markhaltigen Neuriten erscheinen weiß und atlasglänzend, die Kerne dagegen grau und matt. Vergrößert wird der Unterschied noch durch die reichliche Versorgung der grauen Substanz mit Blutgefäßen, deren farbiger Inhalt dem Grau der Kerne einen mit dem Blutgehalt wechselnden rötlichen Ton verleiht. Die relative Armut der Bahnen an Blutgefäßen läßt dagegen den weißen Glanz der markhaltigen Nervenfasern um so mehr hervortreten. Dazu kommt noch, daß die grauen Kerne an vielen Stellen ebenfalls wieder in großen Massen beieinander liegen und daß auch die verschiedensten Bahnen nebeneinander herlaufen.

Der auffallende Unterschied zwischen den Kernmassen und den Bahnen hat im Verein mit der räumlich bestimmten Lage, die Namen weiße und graue Substanz, Substantia alba und Substantia grisea veranlaßt. Größere Anhäufungen von Neuroglia bedingen eine gewisse Durchsichtigkeit der betreffenden Stellen, und solche werden deshalb als Substantia gelatinosa bezeichnet.

Der Pigmentgehalt der Neuronenzellkörper ruft an einigen Orten schwarze, blaue und gelbliche Farbtöne hervor, Substantia nigra, Locus caeruleus, Stratum cinereum.

8. Organstruktur der peripherischen Nerven.

Die peripherischen Nerven bestehen aus Nervenfasern, d. h. den Neuriten motorischer und sensibler Neuronen. Die Nervenfasern sind teils markhaltig, teils marklos. In den cerebrospinalen Nerven überwiegen die markhaltigen, im Sympathicus die marklosen Nervenfasern. Deshalb sind die ersten weiß, atlasglänzend, letztere grau. Das Kaliber der einzelnen Nervenfasern ist sehr verschieden; man findet dicke und dünne Nervenfasern nebeneinander. Fig. 20.

Die einzelnen Nervenfasern werden durch Bindegewebe getrennt, bezw. zusammengehalten. Das Bindegewebe bildet um die einzelnen Nervenfasern dünne Scheiden, Endoneuralscheiden. Diese bestehen aus feinen kollagenen Fasern und Endothelzellen. Eine größere Anzahl von Nervenfasern und ihren Endoneuralscheiden werden durch breitere Züge von Bindegewebe, welches neben kollagenen auch elastische Fasern und größere Blutgefäße enthält, zu einem Bündelchen vereinigt. Die Gesamtheit des zwischen den einzelnen Nervenfasern befindlichen Gewebes wird als Endoneurium bezeichnet (Fig. 18). Eine Anzahl solcher Bündelchen wird umscheidet von mehreren konzentrisch zueinander angeordneten Schichten (Lamellen) derberen Bindegewebes, dessen einzelne Bündel wesentlich in der Längsrichtung der Nerven verlaufen. Man bezeichnet sie als Perineurallamellen und in ihrer Gesamtheit als Perineurium (Fig. 18). Die Räume zwischen den einzelnen Perineurallamellen sind Lymphspalten, mit Endothelzellen ausgekleidet und hängen mit den Lymphräumen zusammen, welche das Zentralnervensystem umgeben.

Feine Nerven bestehen aus einem einzigen drehrunden Bündel. Größere Nerven enthalten mehrere. Der N. ischiadicus, der dickste Nerv des Menschen, besteht aus zahlreichen Bündeln.

Mehrere Bündel werden wieder durch Bindegewebe zusammengehalten, welches Blutgefäße und Fettgewebe enthält. Es heißt Epineurium. In größeren Nerven sind die Bindegewebsbündel des Epineurium derb und fest, das Fettgewebe ist reichlich, die Blutgefäße sind zahlreich vorhanden.

Die einzelnen Bündel des Nerven teilen sich während ihres Verlaufes. Die entstandenen Äste legen sich an andere Bündel an und verschmelzen mit ihnen. Dadurch entstehen die Nervenplexus. (Siehe darüber unter 10.) Im Querschnittsbild des Nerven erkennt man beginnende Teilungen und vollzogene Vereinigungen an einer quer durch den rundlichen Querschnitt des Nervenbündels verlaufenden Scheidewand von Perineurallamellen.



Fig. 15. Fig. 16.

Fig. 15. **Querschnitte markhaltiger Nervenfasern, „Sonnenbildchen“** aus dem Querschnitt eines peripherischen spinalen Nerven des Kaninchens. (Krewer, 1894.)

Fig. 16. **Zwei multipolare Zellen aus dem Sympathicus.**
a aus dem Ganglion cervicale superius; *b* aus dem Ganglion coeliacum.

Die beschriebenen Strukturen sind am leichtesten zu erkennen am Querschnitt der Nerven. Längsschnitte und Schrägschnitte sind schwieriger zu deuten, schon allein darum, weil der Querschnitt der einzelnen markhaltigen Nervenfasern ein außerordentlich charakteristisches Bild gibt. Der meist geschrumpfte Axenzylinder liegt im Zentrum oder etwas exzentrisch als punktförmiges Gebilde. Um ihn gruppieren sich in konzentrischen Ringen die Markscheide mit ihrem Keratingerüst und das Neurilemm. So entsteht ein Bild ähnlich der symbolischen Figur, mit welcher die alte Astronomie die Sonne bezeichnete, ein Kreis mit einem Punkt darin. Deshalb nennt man die Querschnittsbilder der markhaltigen Nervenfasern auch kurz Sonnenbildchen (Fig. 15). Die Querschnitte der marklosen Nervenfasern erscheinen im einfach gefärbten Präparat als kleine Kreise.

9. Organstruktur der peripherischen Ganglien.

Die peripherischen Ganglien sind lokale Anhäufungen von Ganglienzellen besonderer Art, welche von zahlreichen Nervenfasern (markhaltigen und marklosen) durchzogen werden. In größeren Ganglien treten die Zellkörper mehr in den Vordergrund, in kleineren mehr die Nervenfasern. Es gibt mikroskopisch kleine Ganglien, welche nur wenige Zellkörper enthalten.

Die Zellformen der intervertebralen und der sympathischen Ganglien sind verschieden. Die intervertebralen Ganglienzellen sind unipolar (Fig. 17), die sympathischen sind multipolar (Fig. 16). Die genaue Darstellung der Formen und die Art ihrer Verbindung erfolgt in der speziellen Neurologie an entsprechender Stelle. Hier soll nur das Allgemeine des Aufbaues geschildert werden.

Das Ganglion als Ganzes ist umhüllt von einer nach der Größe des Ganglion dickeren oder dünneren Kapsel, einer Fortsetzung des Perineurium der zutretenden Nerven. Den Inhalt des Ganglion bilden Nervenfasern und Ganglienzellen (Fig. 19). Letztere sind große rundliche Gebilde mit dem für Nervenzellen charakteristischen großen bläschenförmigen, meist kugeligen und zentral gelegenen Kern, nebst dessen kugeligen Kernkörperchen. Die Nervenfasern sind von Endoneuralscheiden um-

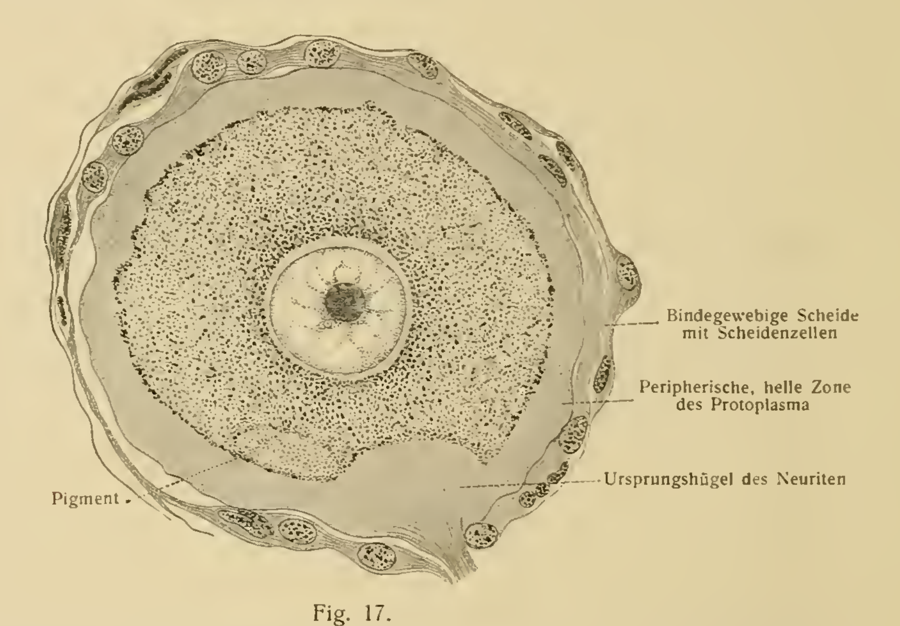


Fig. 17.

Große Spinalganglienzelle des gesunden Menschen (Längsdurchmesser gegen 100 μ) **mit bindegewebiger Kapsel.** (Lenhossék.)

hüllt; die Ganglienzellen stecken in besonderen Kapseln wie Nüsse in der Schale. Diese Kapseln sind eine Fortsetzung der Endoneuralscheiden der Nervenfasern; sie bestehen aus Bindegewebsfasern und mehr oder weniger zahlreichen Zellen, welche zwischen der Zelloberfläche und der Innenwand der Faserhülle liegen (Fig. 17). Diese Zellen, Kapsel-, Mantel- oder Scheidenzellen genannt, stammen ebenso wie die Ganglienzellen vom äußeren Keimblatt, sie entsprechen den Schwannschen Zellen der Nervenfasern.

Kohn, A., Über die Scheidenzellen (Randzellen) peripherer Ganglienzellen. Anatom. Anz., Bd. 30, 1907.

10. Verbindung der Nervenfasern und Nerven: Plexusbildungen, Anastomosen.

Die vom Körper des Neuron entsprungenen Neuriten legen sich, wie wir gehört haben, zu Bündeln zusammen und ziehen gemeinsam weiter sowohl innerhalb der Zentralorgane, wie im peripherischen Nervensystem. Dabei verfolgen die einzelnen Bündel nicht etwa eine gradlinige Bahn, sie verharren auch nicht in der

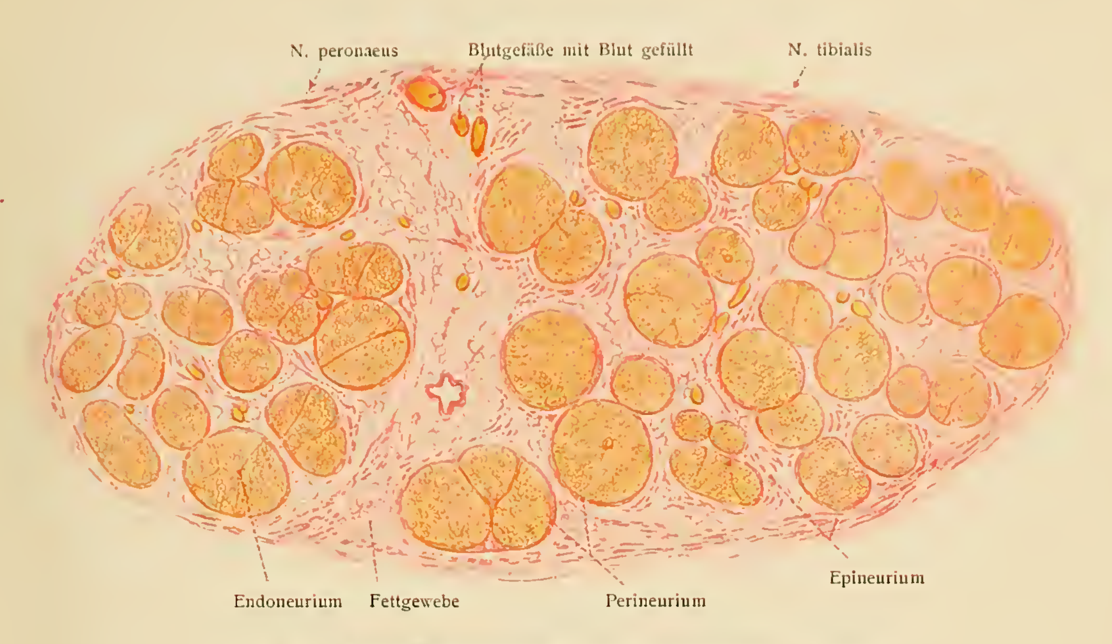


Fig. 18. Nervus ischiadicus vom Menschen. Querschnitt.

Kapsel des Ganglion

Ganglienzellen

marklose Nervenfasern

Fig. 19. Ganglion cervicale inf. des Menschen. Übersicht.



Fig. 20. Dicke und dünne markhaltige Nervenfasern.
Querschnitt durch einen N. digitalis proprius vom Menschen. Osmiumsäure.

VI.
VII.
VIII.
IX.
X.
XI.
XII.
Dens
Corpus epistrophei
Kranialer Ursprung des Lig. denticulatum
Arteria vertebralis
Membrana atlantooccipitalis post.
Epiduralraum
Membrana atlantooccipitalis ant.
Lig. apicis dentis
oberer Schenkel des Lig. cruciatum
Membrana tectoria
Articulatio atlantoepistrophica
Lig. transversum atlantis
unterer Schenkel des Lig. cruciatum
Dura mater
Lig. longitudinale ant.
Lig. longitudinale post.

Fig. 21. Oberes Ende des Durasackes und des Lig. denticulatum.
Medianschnitt durch das Hinterhauptbein und seine Gelenkverbindungen mit der Halswirbelsäule ($^5/_4$).

anfangs vorhandenen Anordnung, sondern sie teilen sich, vereinigen sich mit anderen Bündeln, gehen ganz oder zum Teil auch von diesem Bündel wieder ab, um sich einem anderen anzuschließen. Man nennt diese Form der Bündelteilung und Vereinigung Geflechtbildung und das Ergebnis ein Geflecht, Plexus.

Im sympathischen Nervensystem sind die Plexusbildungen außerordentlich verbreitet.

Über die morphologische und physiologische Bedeutung der Plexusbildungen ist das letzte Wort noch nicht gesprochen. Sie dienen zwar bis zu einem gewissen Grade der Sicherheit und Vielseitigkeit der Versorgung der Peripherie; ein bedeutungsvolleres Licht aber fällt auf diese Einrichtung durch die Betrachtung der Nervensysteme, insbesondere der nicht zentralisierten Nervensysteme der niederen Tierwelt, bei welchen der gesamte Apparat eine diffuse Beschaffenheit besitzt und ausschließlich aus Plexusbildungen besteht, in welche Nervenzellen eingestreut sind.

Die Nervengeflechte sind also komplizierte Verbindungen zwischen Nerven. Dagegen besteht die einfache peripherische Verbindung, Anastomose[1]), Konjugation darin, daß ein starker oder feiner peripherischer Nerv mit einem anderen zusammentritt. Dabei können mehrere Besonderheiten stattfinden.

a) Der Verbindungszweig führt Fasern des einen Nerven in die Bahn des anderen über (Fig. 22, *A*). Die Fasern können in diesem Nerven zentral- oder peripheriewärts ziehen, oder nach beiden Richtungen. Man nennt diese Form Conjugatio simplex.

b) Der Verbindungszweig führt Fasern beider Nerven. So entsteht die Conjugatio mutua. Die Anordnung der Fasern kann wieder eine verschiedene sein, da der Weg bald ein zentraler, bald ein peripherer, bald nach beiden Richtungen verlaufender sein wird. Natürlich müssen dann an irgendeiner Stelle Kreuzungen, Decussationes, vorkommen (bei x, Fig. 22, *B*). Solche Dekussationen kommen nicht allein im peripherischen Nervensystem vielfach vor, sondern sind auch in den Zentralorganen überaus verbreitet. Dies gilt besonders von jenen wichtigen Dekussationen der Zentralorgane, welche in der Medianebene zwischen Fasern beider Körperhälften stattfinden.

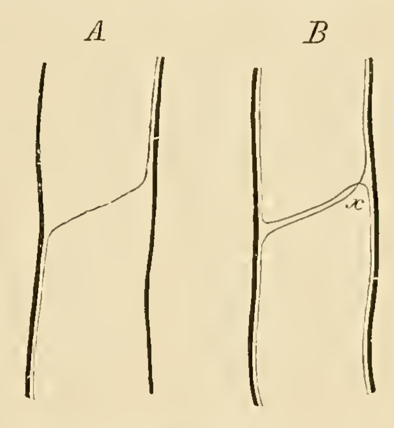


Fig. 22.
A Conjugatio simplex, B Conjugatio mutua, bei x Decussatio.

Der Sinn der großen zentralen Dekussationen (siehe Gehirn und Rückenmark), seien sie motorischer oder sensibler Art, ist ein sehr bedeutender; es sind keine zufälligen, gleichgültigen Erscheinungen. Sie bedeuten, ähnlich wie die zentralen Kommissuren, die innige Zusammengehörigkeit beider Körperhälften, die ihre Zentren und Peripherien durch die Dekussation vertauschen. Rechte und linke Körperhälfte würden sich ohne sie viel fremder gegenüberstehen und weit selbständigere, für sich bestehende Ganze darstellen, als sie es nunmehr sind.

11. Die Methoden der Untersuchung des Nervensystems.

Für das Verständnis des feineren Aufbaues des Zentralnervensystems ist eine gewisse allgemeine Kenntnis der Methoden nötig, auf Grund deren Ergebnisse die Darstellung beruht. Deshalb mag es aus didaktischen Gründen gestattet sein, in einem Lehrbuch der beschreibenden Anatomie eine kurze systematische Darstellung der Methoden zu geben. Wer eine historische Darstellung vorzieht, möge bei Edinger (Nervöse Zentralorgane, Leipzig, 1904) nachlesen.

Die ersten Stufen der Untersuchung sind Inspektion und makroskopische Präparation der Organe von Erwachsenen, von Feten, von Tieren. Ihre Methoden sind dem Studierenden bekannt. Ebenso die ersten Stufen der mikroskopischen Untersuchung: die Untersuchung der Formelemente an frischem lebendem wie toten Material, die Betrachtung von Schnitten, welche mit einfachen oder mit spezi-

[1]) Der Name Anastomose, Einmündung, ist von den bei den Gefäßen vorhandenen Verhältnissen abgeleitet.

fischen Färbungen behandelt sind, zur Darstellung der Strukturen, die im Inneren des Neuron vorkommen (siehe Abt. I, S. 128).

Etwas eingehendere Besprechung erfordern die Methoden, welche einen Einblick gewähren in den mikroskopisch-topographischen Aufbau der Zentralorgane: Wenn wir von älteren Methoden absehen, welche an Schnitten sowohl Zellen wie auch Fasern färben, so müssen wir als erste der spezifischen Methoden, welche nur bestimmte Bestandteile der Zentralorgane darstellen, die Markscheidenfärbung nach Weigert (1882, 1884) und deren zahlreiche Modifikationen nennen. Durch eine besondere Behandlung wird erreicht, daß nur die markhaltigen Nervenfasern die Farbe behalten, während alles andere wenig oder gar nicht gefärbt ist. Diese Methode systematisch an Schnitten verschiedener Richtung angewandt, gestattet schon bei Verarbeitung normalen Materials einen recht tiefen Einblick in den Verlauf der einzelnen Bahnen. Weitere Ergebnisse liefert sie in Verbindung mit der Physiologie und der Pathologie, und bei Anwendung auf fetale Organe. Zur Erläuterung sei hierüber folgendes gesagt:

Wir wissen, daß derjenige Teil des Neuriten zugrunde geht, degeneriert, welcher außer Zusammenhang mit dem Zelleib gerät. Die Degeneration ergreift Axenzylinder und Markscheide, so daß bei Anwendung der Markscheidenfärbung Lage und Verlauf degenerierter Fasern durch den Mangel an Färbung sich aus der Umgebung abheben. Bei Tieren werden Degenerationen experimentell hervorgerufen; bei Menschen bilden zufällige Verletzungen und Erkrankungen gewissermaßen das Experiment.

Die Verwertung der Markscheidenentwicklung beruht auf der Tatsache, daß die Nervenfasern des fetalen Zentralnervensystems zunächst marklos sind, und erst allmählich während der letzten Monate des fetalen Lebens und noch später nach der Geburt Markscheiden erhalten. Die Markscheidenentwicklung tritt zu bestimmter Zeit an bestimmten Bahnen ein und ermöglicht so eine bequeme Verfolgung.

Eine wertvolle Ergänzung der Markscheidenfärbung ist die Marchische Methode. Sie ist nur bei Degenerationen markhaltiger Nervenfasern zu verwerten, denn sie färbt die Degenerationsprodukte der Markscheide. Sie beruht darauf, daß die Überosmiumsäure zusammen mit Chromsalzen in Lösung verwendet, das Nervenmark nicht färbt, dagegen freies Fett schwärzt. Nun bildet sich bei der Degeneration der markhaltigen Nervenfasern Fett in Gestalt kleiner Körnchen und Kügelchen; deren Schwärzung zeigt den Verlauf der degenerierten Fasern an.

Die Marchische Methode ist bei Untersuchung von Degenerationen durch die positive Darstellung der Degenerationsprodukte in mancher Hinsicht der Markscheidenfärbung überlegen, bei welcher die degenerierten Fasern nur an der fehlenden Färbung erkannt werden und deshalb in größeren Mengen nebeneinander vorhanden sein müssen, um mit Sicherheit erkannt zu werden. Bei der Marchi-Methode kann man dagegen auch feinere Faserbündel verfolgen. Die Anwendung dieser Methode erfährt indessen eine gewisse Beschränkung dadurch, daß die Fetttröpfchen erst nach einer bestimmten Zeit auftreten und dann in kurzer Zeit durch Resorption verschwinden. Man ist also an eine bestimmte Zeit gebunden und kann weder vorher noch nachher ein Resultat erwarten, während die Markscheidenfärbung ihre Resultate zu jeder Zeit nach dem Schwunde der Markscheiden gibt.

Den beiden folgenden Methoden, der Chromsilber-Imprägnation und der Methylenblaufärbung, verdanken wir Aufschlüsse über die Zellkörper der Neuronen, den Verlauf der Dendriten, das Verhalten der Kollateralen und einiges über den Verlauf des Neuriten. Während also (für die Zentren höherer Tiere) Markscheidenfärbung und Marchi-Methode wesentlich der Erforschung der Mikrotopographie weißer Substanz dienen, geben Chromsilber-Imprägnation und Methylenblaufärbung Aufschlüsse über die Mikrotopographie der grauen Substanz.

Bei der Chromsilber-Methode (Golgi 1880) erfolgt eine Imprägnation der Neuronen durch Chromsilber dadurch, daß die Objekte zuerst mit Chromsalzen, dann mit einer Lösung von Argentum nitricum behandelt werden. Merkwürdig und wertvoll ist bei dieser Methode die Erscheinung, daß sich von den zahlreichen Neuronen eines Stückes nur relativ wenige imprägnieren, jedoch oft in sehr vollkommener Weise. So erhält man eine Anschauung von der reichen Dendritenverästelung, welche man vorher kaum ahnen konnte. Die Kollateralen und ihre Telodendren wurden entdeckt. Zahlreiche Aufschlüsse über die Mikrotopographie des Zentralnervensystems wurden mit ihrer Hilfe errungen.

Ergänzt, berichtigt und erweitert werden die Ergebnisse der Chromsilber-Imprägnation durch die (vitale) Methylenblaufärbung (Ehrlich 1886). Das Methylenblau färbt bei Sauerstoffzutritt lebende und überlebende Neuronen ganz oder teilweise. Man kann durch dasselbe die Form der Neuronen, ihre Verästelung und Verbindung erkennen, die Neurofibrillen darstellen und die Neuriten

auf kürzere Strecken verfolgen. — Bei niederen Tieren kann man den Aufbau des gesamten Nervensystems an einem gut gefärbten Präparat studieren (Retzius, Bethe).

Lehrbücher und Atlanten: Bechterew, Leitungsbahnen, Leipzig 1898. — Bethe, Allgem. Anat. und Physiol. d. Nervensystems, Leipzig 1903. — Cajal, Systema nervioso del Hombre etc., Madrid 1897—1902. — Edinger, Nervöse Zentralorgane, Leipzig 1904. — Van Gehuchten, Système nerveux de l'homme, Louvain 1901. — Handbuch der Neurologie, hersg. von M. Lewandowsky, Berlin 1910. — Marburg, Mikroskopisch-topographischer Atlas usw., Wien 1904. — Villiger, E., Gehirn und Rückenmark, II. Aufl., Leipzig 1910. — Ziehen, Handbuch d. Anat. d. Zentralnervensystems, Abt. I, Jena 1906; Abt. II, 1913.

B. Spezielle Neurologie.

I. Das Rückenmark. Medulla spinalis.

1. Form und Lage des Rückenmarkes.

Das Rückenmark, der spinale Teil des zentralen Nervensystems (Fig. 23—30) ist ein annähernd zylindrischer, in dorsoventraler und besonders an seiner Vorderfläche abgeplatteter, von einem Kanal durchzogener Körper von symmetrischer Gestalt, welcher an der vorderen Fläche zahlreiche Nervenbündel, die motorischen Wurzeln, entsendet, an der hinteren Fläche zahlreiche Nervenbündel, die sensiblen Wurzeln, aufnimmt und von häutigen Hüllen umgeben im Wirbelkanal liegt. Cranial setzt es sich unmittelbar in das bereits dem Gehirn angehörige verlängerte Mark, Medulla oblongata, fort.

Skeletotopisch erstreckt es sich vom cranialen Rande des Atlas bis zur Gegend des zweiten Lenden-, beziehungsweise des zweiten Steißwirbels.]

Als craniales Ende des Rückenmarkes ist jene Stelle zu bezeichnen, welche dem Austritt des ersten Halsnervenpaares, oder dem Beginn der Pyramidenkreuzung entspricht; sie liegt dem cranialen Rande des Atlas gegenüber.

Dem Schein nach verhält sich das Rückenmark zur Wirbelsäule, wie das Knochenmark zu den Röhrenknochen; daher von Alters her der Name. Es füllt den Wirbelkanal nicht ganz aus, doch stellt es den mächtigsten und wichtigsten Inhalt des Wirbelkanales dar und bedingt den letzteren. Die dauernden Krümmungen, sowie die mit den Bewegungen des Rumpfes zusammenhängenden wechselnden Biegungen der Wirbelsäule werden bis zu einem gewissen Grade von dem Rückenmark wiederholt und mitgemacht.

Das Rückenmark ist nicht an allen Stellen von gleicher Breite und Dicke. Besonders auffallend sind an ihm zwei ansehnliche, langgestreckte, spindelförmige und symmetrische Anschwellungen, eine obere, die Halsanschwellung, Intumescentia cervicalis, und eine untere, die Lendenanschwellung, Intumescentia lumbalis, welche dem Ursprungsgebiet der starken Extremitätennerven entsprechen und vorzugsweise durch Zunahme des queren Durchmessers hervorgebracht werden.

Man unterscheidet am Rückenmark mit Rücksicht auf die abgehenden Nervenpaare eine Pars cervicalis, welche die 8 Halsnerven —, eine Pars thoracalis, welche die 12 Brustnerven —, eine Pars lumbalis, welche die 5 Lendennerven —, und eine Pars sacralis, welche die 5 Kreuznerven und den ersten Steißnerven abgehen läßt. Letztere bildet den Markkegel, Conus medullaris, dessen Spitze etwa 2 mm dick, sich in den langen Endfaden des Rückenmarkes, Filum terminale, fortsetzt. Fig. 26.

Jede der genannten Abteilungen gliedert sich in so viele Folgestücke, als die Abteilung Nervenpaare enthält. Das Rückenmark besteht also aus einer

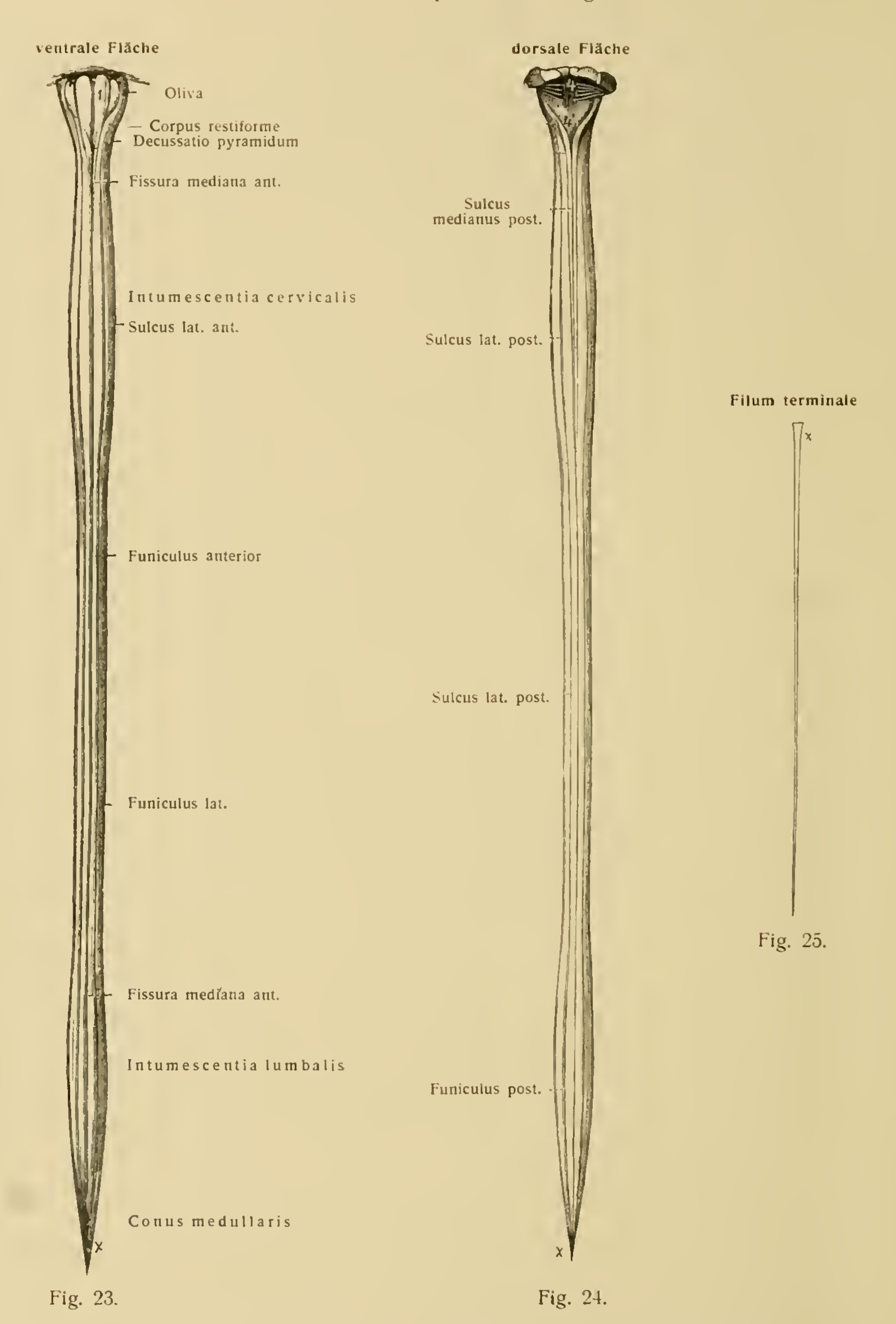


Fig. 23. Fig. 24. Fig. 25.

Fig. 23 und 24. **Vordere** (Fig. 23) **und hintere** (Fig. 24). **Ansicht der Medulla oblongata und des Rückenmarkes.** 1 Pyramis (medullae oblongatae); 4 Fossa rhomboidea; 4' Pars inf. fossae rhomboideae (Calamus scriptorius). · Stelle, an welcher das Filum terminale abgeschnitten ist.

Fig. 25. **Das Filum terminale ist bei X abgeschnitten und besonders dargestellt.**

großen Anzahl zusammenhängender Folgestücke, Segmente, deren mindestens 31 gezählt werden.

Das Filum terminale besteht aus zwei Abschnitten, dem Filum terminale internum und externum. Jenes liegt innerhalb, dieses außerhalb des Sackes der Dura mater. Das Filum terminale internum durchzieht in einer Länge von 16 cm, zwischen den langen Wurzeln der beiderseitigen Lumbal- und Sakralnerven in der Medianebene gelegen, den kaudalen Teil des Durasackes und erreicht mit letzterem den zweiten Kreuzwirbel. Das Filum terminale externum, 8 cm lang, wird von einer Fortsetzung der Dura, Vagina terminalis, eng umschlossen, welche das Filum durae matris spinalis bildet, und endigt unter spatelförmiger Verbreiterung an der hinteren Fläche des zweiten Steißwirbelkörpers, indem es in dessen Periost übergeht. Fig. 26, 32.

Die Länge des Rückenmarkes des Erwachsenen, vom cranialen Ende bis zur Konusspitze gemessen, beträgt im Mittel beim Manne 45, beim Weibe 41—42 cm.

Quere Durchmesser: In der Mitte der Pars thoracalis beträgt der quere Durchmesser 10, der sagittale 8 mm; im breitesten Teile der Halsanschwellung steigt der quere Durchmesser auf 13—14, in der Lendenanschwellung auf 12 mm, während der sagittale kaum um 1 mm zunimmt. Oberhalb der Halsanschwellung, zwischen ihr und der Oblongata, beträgt der Quermesser 11—12 mm.

Die Abhängigkeit der Anschwellungen von der Mächtigkeit der Gliedmaßen ergibt sich einmal aus dem Umstande, daß Verluste der Gliedmaßen bei wachsenden Individuen zu mangelhafter Ausbildung der Anschwellungen führen, ferner aus vergleichend-anatomischen Gründen. Bei jenen Fischen, welchen Gliedmaßen fehlen, durchzieht das Mark in gleichmäßiger Stärke den Wirbelkanal, um im Kaudalteil sich allmählich zu verjüngen; mit starken Extremitäten versehene Tiere dagegen zeigen starke Anschwellungen, wie besonders Schildkröten, Vögel.

Topographie: Skeletotopisch beginnt die Halsanschwellung am zweiten Halswirbel und endigt am zweiten Brustwirbel; sie erreicht ihre größte Breite in der Höhe des fünften bis sechsten Halswirbels. Die Lendenanschwellung beginnt in der Gegend des zehnten Brustwirbels und erreicht am zwölften Brustwirbel ihr Maximum. Die stumpfe Spitze des Conus medullaris, welche bei Längenmessungen des Markes allgemein als kaudales Ende des Rückenmarkes angenommen wird, liegt mit geringen Schwankungen in der Gegend des unteren Randes des ersten Lendenwirbels, so insbesondere beim Manne. Beim Weibe liegt die Konusspitze in der Regel etwas tiefer, bis zur Mitte des zweiten Lendenwirbels. Tiefer noch reicht sie beim Neugeborenen hinab und erreicht den unteren Rand des zweiten oder dritten Lenden-

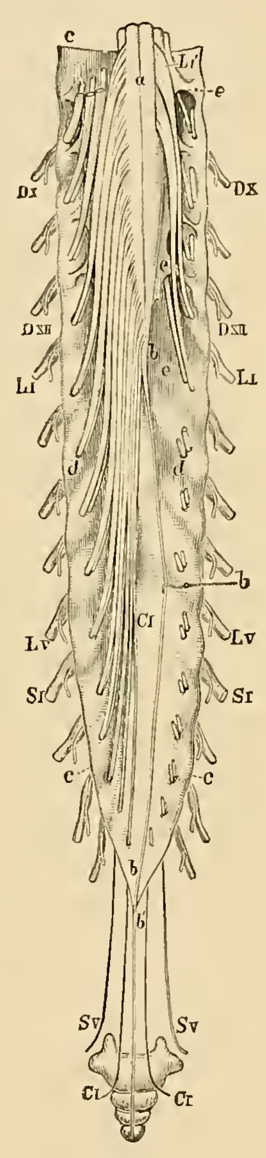


Fig. 26.

Fig. 26. **Kaudaler Teil des Rückenmarkes mit der Cauda equina und der beide umgebenden Dura mater von hinten. 1:3.**

Der Sack der Dura mater ist von hinten her aufgeschnitten und auseinander gezogen; links sind alle Nervenwurzeln erhalten, rechts sind die unteren Nervenwurzeln bis zu ihrer Durchtrittstelle durch die Dura abgeschnitten. Das Steißbein ist an seiner natürlichen Lagerungsstelle angebracht, um das Verhältnis des Filum terminale und der Steißbeinnerven zu demselben zu zeigen. *a* Sulcus medianus posterior; *b*, *b* Filum terminale, ein wenig nach der rechten Seite herübergezogen; *b'* Filum terminale externum, außerhalb des Sackes der Dura mater (*c*, *c*, *c*, *c*); *d*, *d* Öffnungen in derselben für den Durchtritt der Nervenwurzeln; *e* Lig. denticulatum; *DX*, *DXII* zehnter und zwölfter Brustnerv; *LI* u. *LV* erster und fünfter Lumbalnerv; *SI* u. *SV* erster und fünfter Sakralnerv; *CI* Nervus coccygeus.

wirbels. Das Weib ist hiernach in diesen wie in manchen anderen Verhältnissen der kindlichen Beschaffenheit ähnlicher geblieben.

Das Gewicht des Rückenmarkes ist 34—38 Gramm; es verhält sich zum Hirngewicht wie 1 : 48, das spezifische Gewicht ist 1034, das Volum 33 ccm.

Die Festigkeit der Substanz des Rückenmarkes ist nicht bedeutend, immerhin hat das frische Mark eine unerwartete Zähigkeit und Elastizität. Bald aber verliert sich dieselbe und es tritt mit beginnender Zersetzung Weichheit und Zerfließlichkeit an deren Stelle.

Wird ein Rückenmark aus dem Wirbelkanal genommen und auf eine ebene Fläche ausgebreitet, so gleichen sich seine natürlichen Krümmungen aus. Wird dasselbe Mark in ein hohes, mit geeigneter Flüssigkeit gefülltes, zylindrisches Gefäß gehängt, so treten die Krümmungen wieder hervor (Flesch). Vom cranialen Ende bis zur Konusspitze sind ihrer besonders zwei zu zählen, eine Hals- und eine Brustkrümmung, die am siebenten Halswirbel ineinander übergehen; an dieser Stelle befindet sich eine starke ventralwärts konvexe Ausbiegung, untere Halskrümmung. Oberhalb der letzteren ist das Halsmark sanft dorsalwärts gebogen. An der Übergangsstelle zur Oblongata erfolgt eine neue hinten konvexe Richtungsänderung.

Das Rückenmark füllt den Wirbelkanal nicht ganz aus. Außer den drei umhüllenden Häuten, Pia, Arachnoidea, Dura, gehören zu den ausfüllenden Mitteln eine ansehnliche Menge subarachnoidaler Lymphe, reichliche Venenplexus, ferner die freien und von Durascheiden umschlossenen Teile der Nervenwurzeln und Fettgewebe.

Wird an einem Rückenmark der umgebende Durasack gespalten, so bemerkt man, daß vom Lendenteil an die Nervenwurzeln dicht gedrängt und steil caudalwärts ziehen. Der caudale Teil des Rückenmarkes samt den umgebenden Nervenwurzeln erinnert hiernach an die Form eines Pferdeschweifes; daher der alte Name Cauda equina für das ganze Bündel. Fig. 26, 28—30.

2. Furchen und Stränge des Rückenmarkes.

a) Furchen. Fig. 23—27, 37.

An dem von seinen Hüllen befreiten Rückenmark sind mehrere Längsfurchen wahrzunehmen, zwei unpaare, median gelegene und vier paarige, welche verschieden tief in den Markmantel eindringen und verschiedene Bedeutung besitzen.

Die vordere Längsspalte, Fissura mediana anterior, in der vorderen Mittellinie bis zu 4 mm eindringend, erweitert sich an ihrem Grunde, wird am cranialen und kaudalen Ende des Markes flacher und birgt einen ansehnlichen Fortsatz der Gefäßhaut (Septum longitudinale anterius), welcher dem Marke ansehnliche und zahlreiche Gefäße zuführt.

Die hintere Längsfurche, Sulcus medianus posterior, ist eine oberflächliche Längsrinne. In ihrer Fortsetzung zieht das feine, stellenweise unterbrochene Septum posterius 4—6 mm in die Tiefe. Es besteht aus Neurogliafasern, erreicht die zentrale graue Substanz und hängt mit ihr zusammen, während das Septum anterius, aus Bindegewebe bestehend, an der weißen Kommissur Halt macht.

Die vordere Seitenfurche, Sulcus lateralis anterior, dient zum Austritt der vorderen Nervenwurzeln; sie ist keine eigentliche Furche, sondern erscheint als ein schmales, viel durchlöchertes Feld von 2 mm Breite, wenn die vorderen Wurzelbündel ausgezogen wurden.

Die hintere Seitenfurche, Sulcus lateralis posterior, ist eine wirkliche Längsfurche, in welche die starken hinteren Nervenwurzeln mit einer einzigen Reihe eintreten.

Beide Seitenfurchen sind von der entsprechenden Medianfurche im Brustteil des Markes nur je etwa 2,4, an den Anschwellungen aber 3—3,5 mm entfernt. Am

Markkegel nähern sich die Seitenfurchen der Mitte und verstreichen endlich etwas früher als die Mittelfurchen.

Außer diesen für den Nervenaustritt bestimmten Seitenfurchen besitzt das Mark jederseits noch einen Sulcus intermedius anterior und posterior. Der erstere ist nicht konstant, doch oft als feine wichtige Furche neben der vorderen Mittelfurche wahrzunehmen; der Sulcus intermedius posterior ist besonders im Halsteil deutlich wahrnehmbar und von der hinteren Mittelfurche 1 mm entfernt.

b) Markstränge, Funiculi medullae spinalis. Fig. 23, 24, 37.

Durch die beschriebenen Furchen werden jederseits folgende Stränge abgegrenzt:

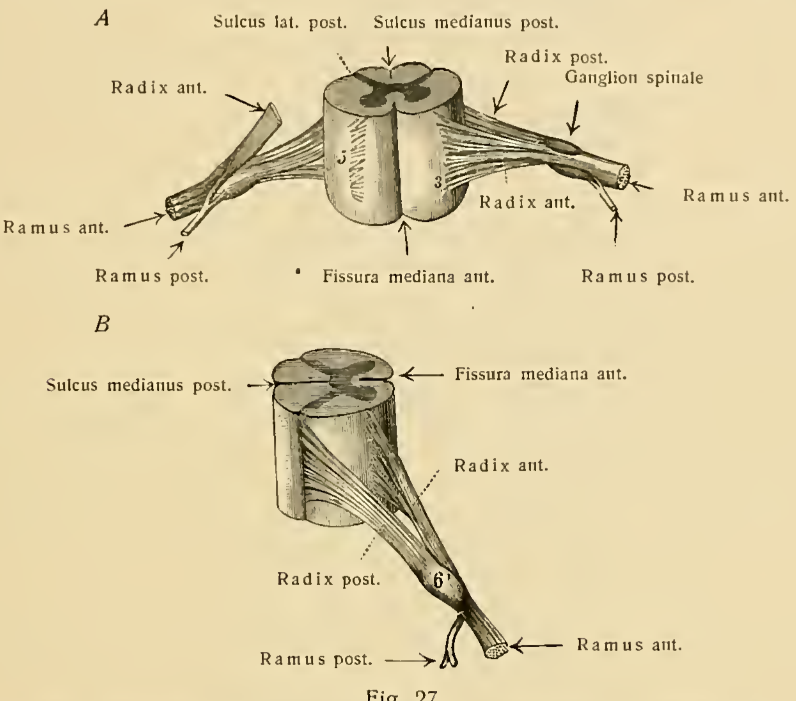


Fig. 27.

Stücke vom Halsteil des Rückenmarkes mit den austretenden Nervenwurzeln. 2:1.

A Rückenmark von vorn; auf der rechten Seite sind die vorderen Wurzelfäden bei 5 durchschnitten; 3 Sulcus lat. ant. mit austretenden vorderen Wurzelfäden. *B* Rückenmark von der Seite gesehen; 6' Ganglion spinale.

Vorderstrang, Funiculus anterior; zwischen der vorderen Mittelfurche und dem lateralen Rande des Sulcus lateralis anterior. Durch den Sulcus intermedius anterior wird ein schmales mediales Stück abgegrenzt, der Fasciculus cerebrospinalis anterior (pyramidalis ant.), das laterale Stück heißt Fasciculus anterior proprius (Flechsigi).

Seitenstrang, Funiculus lateralis; zwischen dem Sulcus lateralis anterior und posterior, der mächtigste aller Stränge.

Hinterstrang, Funiculus posterior; zwischen der hinteren Mittelfurche und dem Sulcus lateralis posterior. Er wird durch den Sulcus intermedius posterior in zwei Teile zerlegt; der mediale heißt Gollscher Strang oder zarter Strang, Fasciculus gracilis (Golli); der laterale dagegen Burdachscher Strang oder Keilstrang, Fasciculus cuneatus (Burdachi).

Vorderstrang und Seitenstrang stehen entsprechend der Eigentümlichkeit des Austrittsfeldes

der vorderen Wurzeln in innigerem Verhältnisse zueinander, als Seitenstrang und Hinterstrang. Jene beiden werden daher oft gemeinsam Vorder-Seitenstrang genannt.

Die auffallende Anordnung, daß die vorderen motorischen Nervenwurzeln im Sulcus lateralis anterior, die hinteren, wesentlich sensiblen dagegen im Sulcus lateralis posterior das Rückenmark verlassen, fordert eine Erklärung. Es wird sich später zeigen, daß auch die Ursprungskerne der motorischen Nerven im Rückenmark vorn (ventral), die Ursprungskerne der sensiblen aber, hinten (dorsal) in den Spinalganglien gelegen sind. Welches ist der Sinn dieser Einrichtung? Warum findet nicht das Umgekehrte statt? Worin ist diese Regelmäßigkeit begründet? Die sensiblen Nerven sind vor allem Nerven der Haut und der Sinnesorgane. Die Haut aber hat die gleiche Abkunft, wie das zentrale Nervensystem (mit Hüllen) und liegt mit ihm ursprünglich am meisten peripher. Es ist also begreiflich, daß die Hautnerven ihre Ursprungskerne am meisten dorsal haben. Die motorischen Nerven gehören der tiefer liegenden Muskulatur an; es liegt also nahe, daß sie auch ihre Ursprungskerne tiefer, mehr ventral haben. Entsprängen die Hautnerven ventral, die Muskelnerven dorsal, so wäre hierfür gar kein Grund einzusehen und es müßten sich beide Nervenscharen kreuzen, um zum Ziele zu gelangen. In der Tat findet, soweit es für dorsale Muskeln erforderlich geworden ist, jenseits der Ursprungskerne eine teilweise Kreuzung statt.

3. Hüllen des Rückenmarkes.

Das Rückenmark besitzt drei häutige Hüllen. Diese sind von außen nach innen gezählt:

a) die harte Rückenmarkshaut, Dura mater spinalis (Pachymeninx spinalis),

b) die Spinnenwebehaut, Arachnoidea spinalis,

c) die weiche Rückenmarkshaut, Gefäßhaut, Pia mater spinalis.

Pia und Arachnoidea werden zusammen auch Leptomeninx genannt. Alle drei Hüllen sind bindegewebiger Art, unterscheiden sich aber im Bau und Gefäßgehalt sehr beträchtlich voneinander. Die gleichen Hüllen kommen auch dem Gehirn zu; im Gebiete des Foramen occipitale magnum geht der spinale Teil der Hüllen der Nervencentra in den cerebralen über. Fig. 21.

a) Dura mater spinalis. Fig. 21, 28—35.

Sie besteht aus zwei weit voneinander abstehenden Blättern, einem dünnen periostalen Blatt zur Auskleidung des Wirbelkanals (Lamina externa, Endorhachis) und der Dura spinalis im engeren Sinne, Lamina interna, welche eine starke fibröse, sehnenartig glänzende Haut darstellt. Zwischen beiden Blättern liegt lockeres Bindegewebe, Fettgewebe, die großen Venenplexus des Wirbelkanals, sowie ein alle diese Teile durchsetzendes ansehnliches Lückensystem, der epidurale (interdurale) Lymphraum (Waldeyer und Fischer), Cavum epidurale. Fig. 33.

Die Dura spinalis i. e. S. bildet einen langen und weiten, außen rauhen, innen glatten und glänzenden Sack von zylindrischer Form, der einen viel weiteren Umfang hat als das umschlossene Mark. Er ist am Umfange des Foramen occipitale fest angeheftet, ragt weit über die Spitze des Conus medullaris kaudalwärts und verjüngt sich erst in der Höhe des zweiten oder dritten Kreuzwirbels rasch zu einer kegelförmigen Spitze. Dicht unterhalb des Foramen occipitale treten die Aa. vertebrales durch ihn hindurch. Eine Fortsetzung der Dura erstreckt sich als enge Vagina terminalis mit dem Filum terminale externum des Markes bis zum Steißbein herab, und bildet das Filum durae matris spinalis. Es geht spatelförmig verbreitert in das hintere Periost des zweiten Steißwirbels über (siehe S. 21).



Fig. 28. Hüllen des Rückenmarkes.

Der Wirbelkanal ist vom elften Brustwirbel bis zum oberen Ende des Kreuzbeins durch Wegnahme der Wirbelbögen eröffnet. Die Dura mater spinalis ist in der Mittellinie aufgeschnitten und zur Seite geklappt, so daß der Arachnoidalsack sichtbar ist. Die Venen des Conus terminalis, Filum terminale und Cauda equina schimmern durch die Arachnoidea durch. (Nach Gerstenberg und Hein 1908. Zeitschr. Geburtshilfe u. Gynäkologie Bd. 61.)

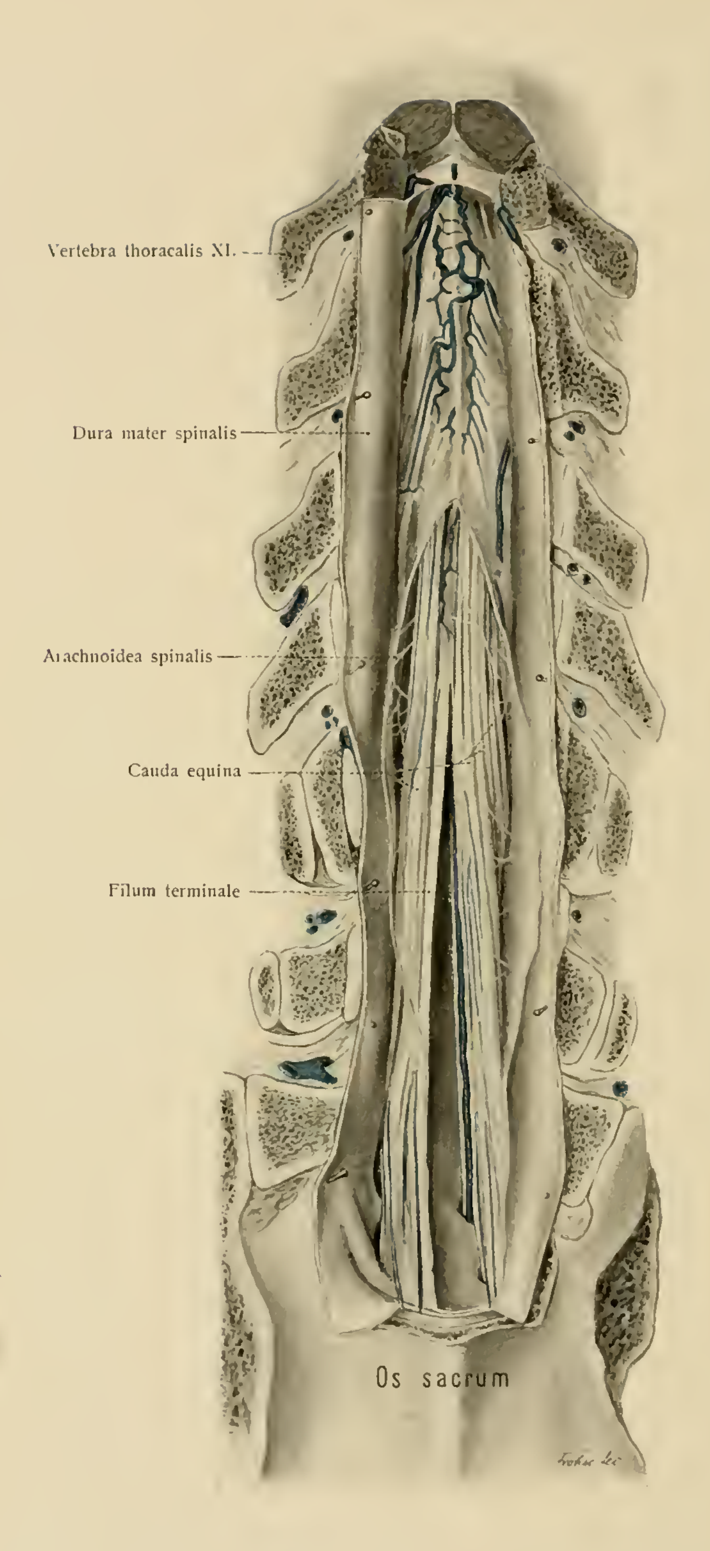


Fig. 29. Hüllen des Rückenmarkes. Dasselbe Präparat wie in Fig. 28.
Die Arachnoidea ist hier ebenfalls gespalten, die Cauda equina ist nach links und rechts auseinandergelegt.
(Nach Gerstenberg und Hein 1908.)

Der Durasack ist an verschiedenen Stellen mit der Wand des Wirbelkanals durch Bindegewebszüge verbunden:

1. durch Bänder, welche an der ventralen Seite der Dura zum Lig. longitudinale posterius und zum Lig. sacrococcygeum post. ziehen: Ligg. anteriora durae matris;
2. durch Bänder, welche von den Seiten zu den Wirbelbögen ziehen: Ligg. dorsolateralia durae matris;
3. durch ein Band im Halsteile, welches die Durascheiden der Halsnerven untereinander verbindet: Lig. intervertebrale cervicale;
4. durch die Durascheiden der Spinalnervenwurzeln, siehe die Figuren 31 u. 32.

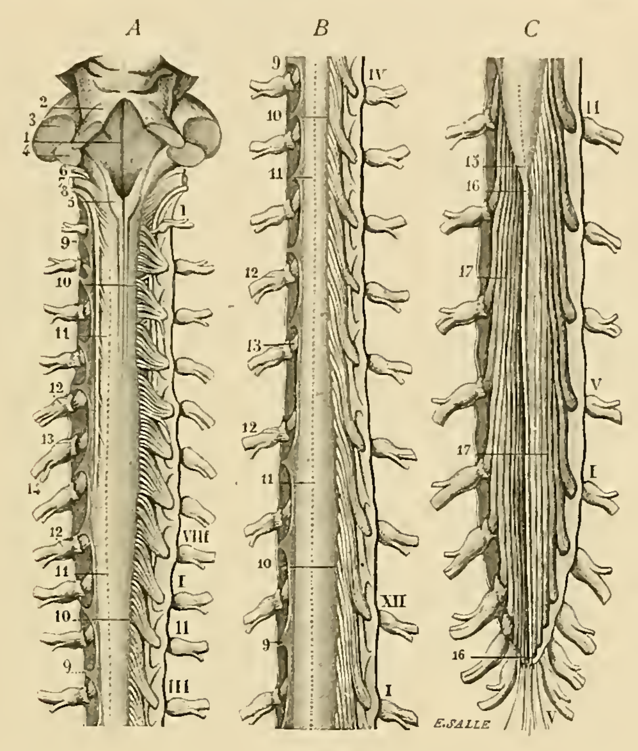


Fig. 30.

Rückenmark mit den Hüllen und den hinteren Wurzeln von hinten, in drei Stücke *A*, *B*, *C*, zerteilt. 1:2. (Sappey.) Der Sack der Dura mater ist durch teilweise Abtragung derselben von hinten eröffnet. Auf der linken Seite sind die hinteren Wurzeln entfernt, um das Lig. denticulatum zur besseren Übersicht seiner Anordnung freizulegen; auf der rechten Seite übersieht man den Durchtritt der Nervenwurzeln durch die Dura mater. In *A* bedeutet I (oben) den ersten, VIII den achten Halsnerven, I (unten), II und III die drei ersten Brustnerven; in *B* bedeutet IV den vierten, XII den zwölften Brustnerven, I den ersten Lendennerven; in *C* sind mit II und V der zweite und fünfte Lendennerv, mit I und V der erste und fünfte Sakralnerv bezeichnet. 1 Fossa rhomboidea; 2 Brachium conjunctivum; 3 Brachium pontis; 4 Corpus restiforme; 5 Clavae der Fasciculi graciles; 6 N. glossopharyngeus; 7 N. vagus; 8 N. accessorius; 9, 9, 9, 9 Ansatzstellen des Lig. denticulatum an der Dura mater; 10, 10, 10, 10 Austritte der hinteren Nervenwurzeln; 11, 11, 11, 11 hintere Längsfurche; 12, 12, 12, 12 Spinalganglien; 13, 13 vordere Nervenwurzeln; 14 Rückenmarksnerven mit ihren Teilungen in hintere und vordere Äste; 15 Conus medullaris; 16, 16 Filum terminale internum; (das Filum terminale externum ist als ein zwischen den beiden Steißnerven herabziehender Faden zu denken); 17, 17 Cauda equina.

Mit den umhüllten Teilen verbindet sich die Dura auf zweierlei Weise:

a) Mit der Außenfläche der Arachnoidea durch feine, bindegewebige subdurale Fäden, von welcher sie im übrigen durch eine flächenhaft ausgedehnte kapillare Lymphspalte, den Subduralraum, Cavum subdurale, getrennt ist. Fig. 33.

b) Mit der Pia durch zwei symmetrisch gelegene Längsreihen von je 19—23 flachen Zacken, welche die Ausläufer eines frontal gestellten schmalen Bindegewebs-

blattes sind und mit diesem zusammen das Zackenband des Rückenmarkes, Ligamentum denticulatum, darstellen.

Das Band ist an der Pia mater befestigt und dient als Befestigungsmittel des Markes.

Die oberste Zacke liegt dicht über der Durchbohrungsstelle des Durasackes durch die A. vertebralis und über dem ersten Halsnerven (Fig. 21). Die folgenden setzen sich jedesmal zwischen zwei aufeinanderfolgenden Nerveneintrittsstellen der Dura fest. Die letzte liegt zwischen dem letzten Brust- und dem ersten Lendennerven. Caudal von der letzten Zacke ist der seitliche Bandstreifen noch bis zum

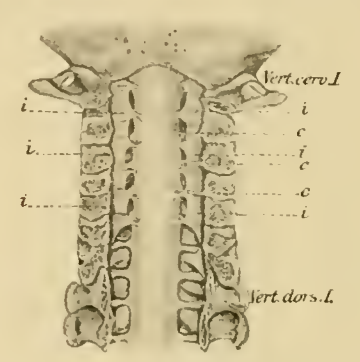


Fig. 31.

Fig. 31. **Der obere Teil der Wirbelsäule eines 2 Monate alten Kindes, von hinten eröffnet und die Wirbelbögen fast bis in die Ebene der Foramina intervertebralia abgetragen.** $^2/_3$: 1.
i Lig. intervertebrale cervicale von hinten; *c* Ligg. dorsolateralia cervicalia (inkonstant).

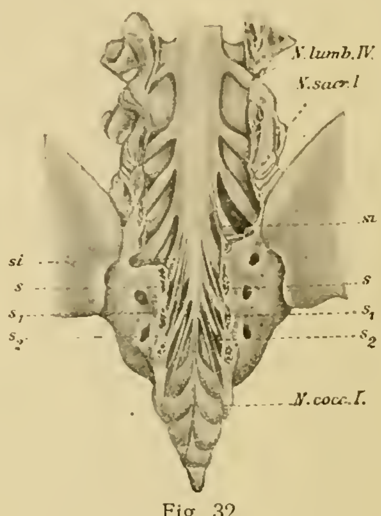


Fig. 32.

Fig. 32. **Unteres Ende der Wirbelsäule eines über 1 Jahr alten Kindes, von hinten eröffnet.** $^2/_3$: 1.
s die zwei charakteristischen Ligg. dorsolateralia sacralia; sie ziehen gewöhnlich zum 3., hier zum 4. Sakralwirbelbogen; s_1, s_2 die konstanten tieferen Ligg. dorsolateralia sacralia, die oft zahlreicher sind als hier; *si* die inkonstanten Ligg. dorsolateralia sacralia. (M. Hoffmann, 1898.)

Conus medullaris zu verfolgen. Vor der vorderen Fläche des Bandes haben die vorderen, hinter der hinteren Fläche die hinteren Nervenwurzeln und der N. accessorius ihre Lage. Fig. 30, 33.

Die Dura besteht aus dichtverflochtenen Bündeln fibrillären Bindegewebes von vorwiegendem Längsverlauf. Zwischen den Bündeln bleibt ein Saftbahnsystem ausgespart, welches nach beiden Oberflächen hin Öffnungen besitzt. Beide Oberflächen der Dura haben einen Endothelüberzug.

Die Dura hat Blutgefäße (Vasa meningea) und Nerven (Nervi meningei). Ab und zu treten außer anderen, später zu erwähnenden Nerven, meist zwischen zwei Nervenwurzeln feine Fäden direkt aus dem Rückenmark, welche einer Zacke des Lig. denticulatum sich anschließend zur Dura gelangen können (Hilbert).

b) Arachnoidea spinalis. Fig. 28, 29, 33—35.

Sie ist eine zarte gefäß- und nervenlose Haut, welche mit ihrer glatten, endothelüberkleideten Außenfläche der Dura anliegt, während ihre innere, ebenfalls endothelüberkleidete Oberfläche durch zahlreiche subarachnoidale Bälkchen und Häutchen mit der Pia verwachsen ist. Zwischen ihr und der Pia mater befindet sich das Cavum subarachnoidale, welches von ansehnlicher Weite ist und eine beträcht-

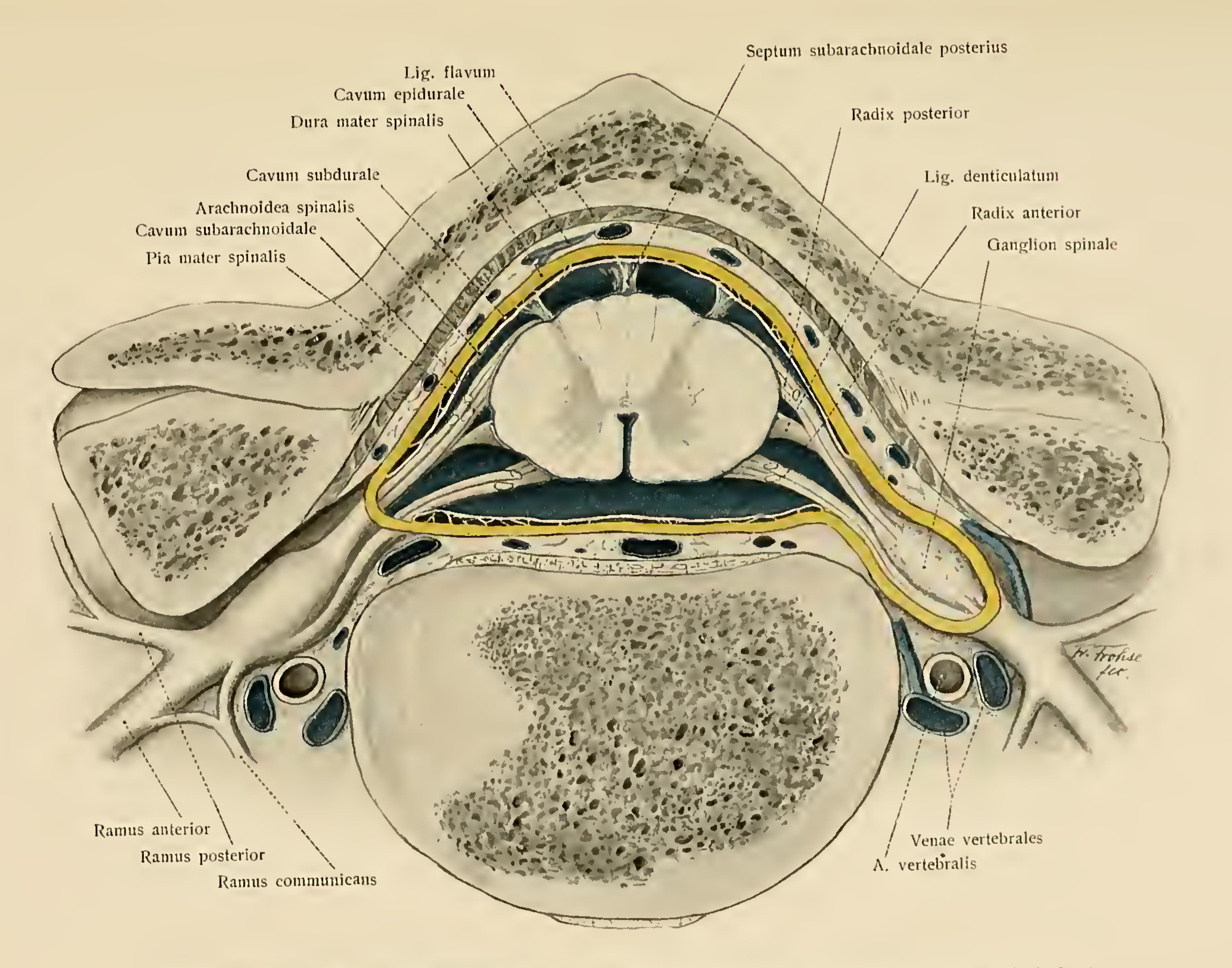


Fig. 33. Hüllen des Rückenmarkes. Querschnitt durch den vierten Halswirbel 3 : 1. Dura gelb; Arachnoidea weiß; Subarachnoidalraum und Venen außerhalb der Dura blau.

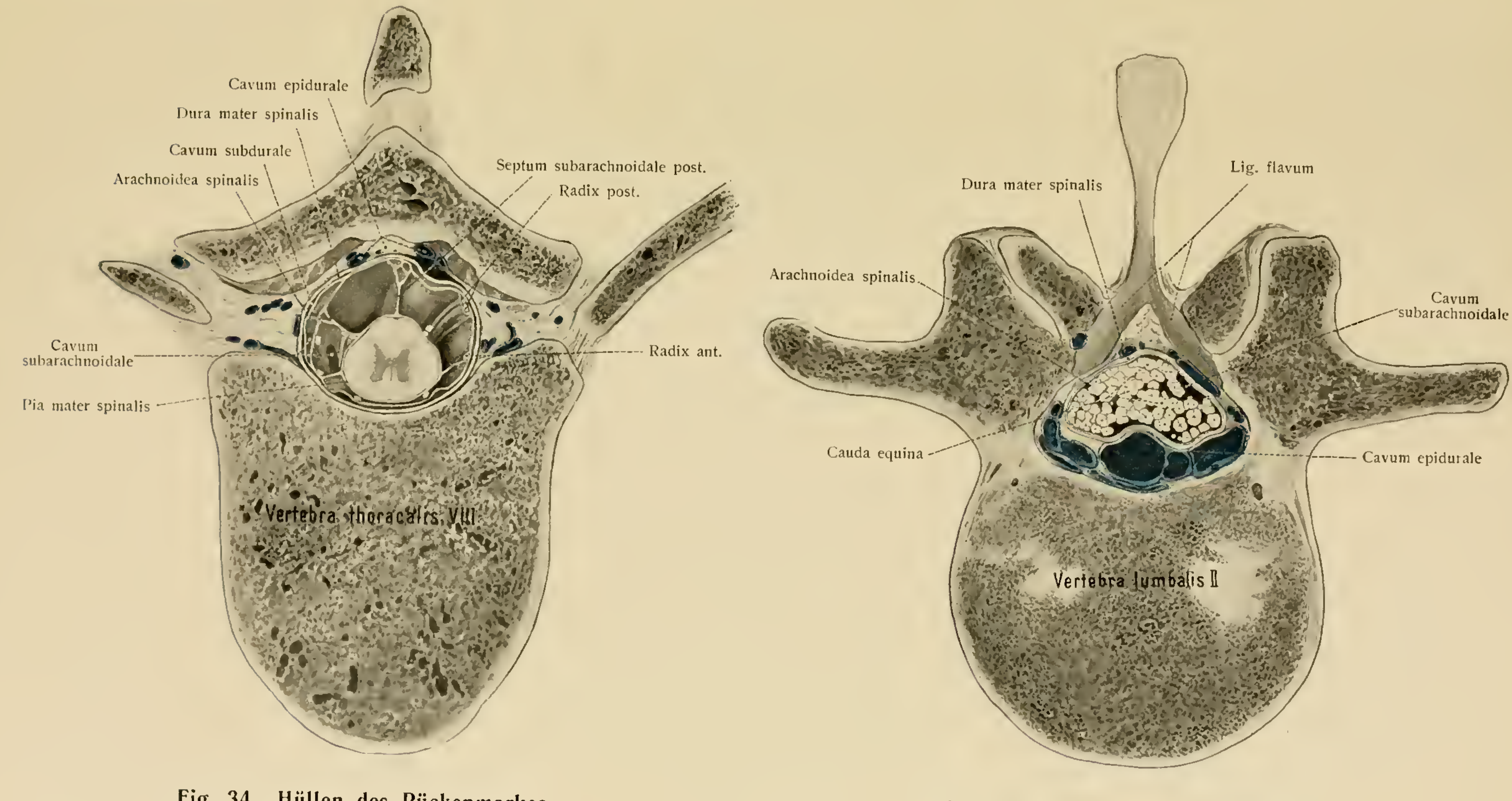


Fig. 34. Hüllen des Rückenmarkes.
Querschnitt durch den achten Brustwirbel.
(Nach Gerstenberg und Hein 1908.)

Fig. 35. Hüllen des Rückenmarkes.
Querschnitt durch den zweiten Lendenwirbel.
(Nach Gerstenberg und Hein 1908.)

liche Menge Flüssigkeit, den Liquor cerebrospinalis, enthält, während der Subduralraum nur eine kapillare Spalte darstellt.

Die subarachnoidale Flüssigkeit steht mit den großen und vielen subarachnoidalen Räumen des Gehirns, sowie mit der Ventrikelflüssigkeit des letzteren in ununterbrochener Verbindung und stellt den Liquor cerebrospinalis dar, dessen Menge 60—200 Gramm beträgt. In ihm wird das Rückenmark schon fast schwimmend getragen, wie in einem flüssigkeiterfüllten Gefäße; hierzu kommen dann die übrigen Befestigungsmittel.

Die Arachnoidea umhüllt demgemäß das Rückenmark als ein weiter, es lose umgebender Sack, welcher außen durch die Dura gestützt wird. Der zwischen ihr und der Pia vorhandene, serumerfüllte Raum wird von dem Lig. denticulatum durchschritten und dadurch unvollständig in eine vordere und eine hintere Abteilung geschieden. Die vordere, von den motorischen Wurzeln durchsetzte Abteilung stellt einen kontinuierlichen freien Raum, den vorderen Subarachnoidalraum dar. Die hintere, von den sensiblen Wurzeln durchschrittene Abteilung zerfällt durch eine mediane Scheidewand, Septum subarachnoidale posterius, mehr oder weniger vollständig in eine rechte und linke Hälfte (Key und Retzius). Das Septum posterius besteht im oberen Halsteil nur aus einzelnen Bälkchen. Im unteren Hals- und im Brustteil treten die Bälkchen zu Lamellen zusammen. Die starken hinteren Nervenwurzeln liegen außerdem innerhalb feiner, siebförmig durchbrochener Häutchen, wodurch nochmals kleinere Fächer im dorsalen Subarachnoidalraum erzeugt werden. Um jede Zacke des Lig. denticulatum schickt die Arachnoidea eine scheidenartige Fortsetzung, deren Endothel in das der Dura übergeht.

Die Arachnoidea spinalis besteht aus einer dünnen Lage längsverlaufender Bündel von Bindegewebsfasern, welche hier und da schmale Spalträume zwischen sich lassen, die von den Oberflächenendothelzellen gedeckt werden. Die subarachnoidalen Bälkchen besitzen sämtlich Endothelscheiden.

c) Pia mater spinalis. Fig. 33, 37.

Die Gefäßhaut des Rückenmarkes schmiegt sich der Oberfläche des letzteren innig an, dringt in die Fissura mediana ant. ein und bildet so das Septum longitudinale anterius des Rückenmarkes.

Sie besteht aus zwei Schichten, einer äußeren und einer inneren. In die äußere gehen die subarachnoidalen Bälkchen über. Die äußere Lage baut sich aus dichtliegenden längsverlaufenden, von Endothelscheiden umgebenen Bindegewebsbündeln auf und ist außen von einem dünnen endothelialen Häutchen bedeckt.

Die Innenlage, Intima pia (Key und Retzius), ist ein durch kapillare Spalträume von der äußeren geschiedenes Bindegewebsblatt, welches aus einer dünnen Schicht zirkulärer Fibrillenbündel besteht und auf beiden Flächen noch elastische Fasernetze trägt; außen und innen ist sie außerdem noch von Endothel bedeckt. Hier und da treten Pigmentzellen im Gewebe der Intima auf.

Die feineren Blutgefäße der Pia verlaufen zwischen beiden Blättern und dringen dann, vom inneren Blatte mit adventitiellen Scheiden versehen, senkrecht in die Marksubstanz ein. Die Anfänge der genannten Scheiden münden mit trichterförmiger Erweiterung, sogenannte Piatrichter bildend, in die Spalträume zwischen beiden Blättern der Pia. Letztere Spalträume stellen die Lymphräume der Pia dar. Sie und die Piatrichter sind vom Subarachnoidalraum aus, natürlich aber auch durch Einstich in sie selbst injizierbar.

Die Nerven der Pia spinalis stammen größtenteils aus dem Sympathicus, führen aber auch spinale Elemente. Sie bilden in der äußeren Schicht der Pia den

Plexus nervosus piae matris. Die Bestandteile dieses Geflechtes schließen sich den kleinen Arterien der Pia an, zum Teil treten sie mit den eindringenden arteriellen Ästchen in die gröberen Septa des Markes.

4. Gefäße des Rückenmarkes.

a) Die Arterien des Rückenmarkes sind:

1. Die Aa. spinales anteriores, Äste der Aa. vertebrales.

Die beiden kleinen Gefäße konvergieren caudalwärts und fließen am oberen Markende zur unpaaren A. spinalis anterior zusammen. Letztere läuft in der vorderen Längsmitte des Markes vor dem Eingange der Fissura mediana anterior in fast gleichbleibender Stärke bis zum Filum terminale und verliert sich auf ihm. Am Conus medullaris sendet sie nach jeder Seite einen oder zwei feine Äste, welche geschlängelt unter den vorderen Wurzeln der letzten Nerven auf die Rückseite des Markes treten und vor den hinteren Nervenwurzeln aufwärts umbiegen. In dem Winkel, welchen die hinteren Nervenwurzeln mit den Seitensträngen bilden, gelangt das Gefäß jederseits zu den Aa. spinales posteriores und bildet so eine bogenförmige Anastomose zwischen den vorderen und hinteren Spinalarterien.

2. Die Aa. spinales posteriores, gleichfalls Äste der Aa. vertebrales.

Sie entspringen etwas weiter kaudal, bleiben aber im Gegensatz zu den anteriores unvereinigt und verbergen sich zwischen dem Rückenmark und den hinteren Nervenwurzeln.

3. Die Ramuli medii der Rami spinales, d. i. der Spinaläste der Aa. vertebrales, intercostales, lumbales, iliolumbales, sacrales laterales. (Siehe Abt. III, S. 343).

Die Ramuli medii entsenden nämlich an Stärke etwas wandelbare, vordere, regelmäßig aber feine hintere Zweige mit den vorderen und den hinteren Nervenwurzeln zum Rückenmark und seinen Häuten. Sie sind die segmentalen Gefäße des Markes; das vordere und die hinteren Längsgefäße dagegen sind nur von accessorischem Charakter; die Anastomosenketten der segmentalen mit den Längsgefäßen bedingen die Möglichkeit der so großen Länge der letzteren (siehe Abt. III, S. 219, 220).

Die A. spinalis anterior entsendet während ihres Verlaufes fortwährend in sagittaler Richtung feine Zweige zur Tiefe der Fissura mediana ant., wo sie jederseits in einer Reihe durch die vordere Kommissur in die Seitenhälften des Markes eindringen. Ebenso dringen von den Aa. spinales posteriores, sowie von dem ganzen Umfange des Gefäßnetzes der Pia radiale Ästchen in das Rückenmark. Ihr Verlauf ist durch das Septensystem vorgezeichnet. Von dessen Bindegewebe begleitet gelangen kleine Arterien in großer Zahl zur grauen Substanz. Schon innerhalb der weißen zweigen sich Ästchen ab, welche ein die Nervenfaserbündel umspinnendes Kapillarnetz mit langgestreckten Maschen bilden. Viel dichter ist das Kapillarnetz der grauen Substanz, in der es enge polygonale Maschen bildet.

Venen.

Aus den Kapillarnetzen sammelt sich das venöse Blut besonders in zwei größere Binnenvenen, Vv. centrales. Äußere Venen sind die Vena spinalis anterior und posterior.

Die beiden Zentralvenen stehen vielfach unter sich und mit der V. spinalis anterior in Verbindung. Jene beiden verlaufen, von einer kleinen Arterie (A. centralis medullae spinalis) begleitet, in je einem Längsgange, welcher neben der Substantia gelatinosa centralis gelegen ist und der Längsaxe des Rückenmarkes folgt. Oft ist eine der beiden Venen stärker, selten fehlt die eine streckenweise ganz. Am oberen und am unteren Ende des Markes lösen sich beide Zentralvenen durch wiederholte Teilungen in eine Reihe feinerer Äste auf, welche schließlich in kapillare Zweige übergehen.

Ein anderer Teil der Abzugsbahnen des Venenblutes des Markes zieht radiär durch die weiße Substanz in die Venen der Pia oder in die längs der hinteren Mittellinie verlaufende V. spinalis posterior. Die äußeren Markvenen stehen durch segmentale Bahnen mit dem inneren Plexus des Wirbelkanals in Verbindung. (Siehe Abt. III, S. 420.)

Die arteriellen Äste im Rückenmark sind sämtlich Endarterien, d. h. sie gehen diesseits des Kapillargebietes keine Verbindungen miteinander ein.

Kadyi, H., Die Blutgefäße des menschlichen Rückenmarkes. Lemberg 1889.

Lymphgefäße.

Vom Lymphgefäßsystem, welches im ganzen Nervensystem eine bedeutende Entfaltung erfährt, wurden der epidurale, subdurale, subarachnoidale und interpiale Lymphraum schon beschrieben.

Die Lymphbahnen im Innern des Markes begleiten die arteriellen und venösen Gefäße in Form des zugleich dichtesten und lockersten Netzes, d. i. in Form von perivaskulären Räumen, indem jene Gefäße von vollständigen Lymphscheiden umhüllt werden. Diese Bahnen liegen gewissermaßen innerhalb der Gefäß-Adventitia (Robin, Virchow). Man bezeichnet sie daher auch als adventitielle Lymphwege, zum Unterschiede von einem anderen gleichausgedehnten Lückensysteme, welches zwischen der Außenwand der adventitiellen Lymphwege und der Substanz des Markes gelegen ist.

Am frischen Objekt kaum als Gangwerk wahrnehmbar, werden jene periadventitiellen, epimedullaren Lücken um so klaffender durch Schrumpfung; sie sind zuerst von His injiziert worden. Mag ihre Außenwand von Endothel überkleidet sein oder Neuroglia sie abschließen, für den Stoffverkehr wird ihre Gegenwart immer von Bedeutung sein.

Hier ist auch jener unzählbaren, mehr oder weniger feinen Räume und Gänge zu gedenken, welche zwischen der Außenwand der Nervenzellen des Markes und der gegenüberliegenden Neurogliawand gelegen sind, welche ferner zwischen allen Fortsätzen der Nervenzellen und der Neurogliawand der sie aufnehmenden Kanäle sich befinden. Die pericellularen und perifilaren Räume, so klein und fein sie im frischen Zustande des Objekts auch sicherlich sind, haben dennoch für den Stoffverkehr unverkennbar enie hohe Bedeutung.

Der subarachnoidale und der subdurale Raum hängen zusammen mit den Lymphspalten der Spinalnerven. Letztere stehen mit abführenden Lymphgefäßen in Verbindung, die in benachbarte Lymphdrüsen einmünden.

Sterzi, G., Ricerche intorno alla Anatomia comparata ed all' ontogenesi delle Meningi. Considerazioni sulla filogenesi. Parte prima: Meningi midollari. Venezia 1901. — Strasser, Über die Hüllen des Gehirns und des Rückenmarkes. Comptes rend. Assoc. anat. 1901.

5. Querschnittsbilder des Rückenmarkes. Fig. 37—67.

Weitere Aufschlüsse über den Bau des Rückenmarkes geben Schnitte, und zwar vor allem Querschnitte. Indessen werden auch Längsschnitte verschiedener Art vielfach mit größtem Nutzen untersucht. Für Unterrichtszwecke bedient man sich jedoch in erster Linie der Querschnittbilder.

Wir werden zunächst an einem schematischen Querschnitt (Fig. 37) die Mikrotopographie der einzelnen Teile des Organs kennen lernen, dann erst können wir mit Nutzen die regionären Unterschiede (Fig. 39—67) und den feineren Aufbau studieren.[1])

Zunächst finden wir die uns schon bekannten Furchen wieder. Vorn die tief einschneidende Fissura mediana ant., welche einen Fortsatz der Pia mater enthält. Hinten den flacheren Sulcus medianus post., dessen Verlängerung durch das Septum post. gebildet wird. Seitlich von der Mittellinie liegt vorn der Sulcus lat. ant. mit den austretenden vorderen Wurzelfasern, hinten der Sulcus lat. post. mit den

---

[1]) Hier wie später an den Schnitten durch Medulla oblongata, Pons und andere Hirnteile muß der Studierende sich zunächst die Einzelheiten des Bildes einprägen, in der Art wie man Geographie lernt. Erst wenn die Bilder so fest in der Erinnerung haften, daß sie jederzeit gegenwärtig sind, kann die zweite Stufe in Angriff genommen werden, die Verknüpfung der Einzelheiten der verschiedenen Bilder zu stereometrischer Auffassung.

eintretenden hinteren Wurzelfasern, und zwischen diesen und dem Sulcus medianus post. sehen wir den Sulcus intermedius post., welcher Gollschen und Burdachschen Strang trennt.

Besonders auffallend ist der Unterschied zwischen der grauen und der weißen Substanz: Letztere bildet den peripherischen Teil, erstere liegt zentral. Weiter erkennen wir die bilaterale Symmetrie des Rückenmarkes, was durch die Fissura mediana ant. und durch das vom Sulcus medianus post. ausgehende Septum post. außerordentlich leicht fällt. Vordere Furche und hinteres Septum dringen so weit vor, daß zwischen ihren Enden nur eine schmale Brücke übrig bleibt. Innerhalb dieser Brücke befindet sich der Zentralkanal, Canalis centralis, ein von zylindrischen Zellen ausgekleideter Gang, dessen Lichtung beim erwachsenen Menschen oft streckenweise verödet ist. Er ist von einer größeren Menge gelatinöser Substanz umgeben, Substantia gelatinosa centralis (Substantia grisea centralis der B. N. A.). Ventral vom Zentralkanal und der ihn umgebenden gelatinösen Substanz befindet sich die vordere Kommissur, an welcher noch wieder zwei Abschnitte unterschieden werden, die ventrale aus sich kreuzenden markhaltigen Nervenfasern bestehende Commissura anterior alba und die dorsal von dieser befindliche Commissura anterior grisea. Dorsalwärts vom Zentralkanal liegt die Commissura posterior, welche nur spärliche markhaltige Fasern enthält.

Die Kommissuren verbinden die beiden Seitenhälften der grauen Substanz. Das Gesamtbild des Querschnittes der grauen Substanz hat eine gewisse Ähnlichkeit mit einem aufgespannten Schmetterling und wird darum auch als Schmetterlingsfigur bezeichnet. Stellt man sich aber die gesamte graue Substanz des Rückenmarkes als plastisches Gebilde vor, so besitzt sie das Aussehen einer mit tiefen Rinnen und starken Längsleisten versehenen Säule. Die einzelnen Längsleisten werden jetzt als graue Säulen, Columnae griseae bezeichnet (früher nannte man sie mit Rücksicht auf das Querschnittsbild Hörner, Cornua). Es gibt jederseits drei solche Säulen.

Den vor der Frontalebene der Kommissur gelegenen großen Vorsprung der grauen Substanz jeder Seite nennt man Vordersäule, Columna anterior; deren hinterer Teil, die Basis, geht in die Hintersäule, Columna posterior, über. Letztere erfährt hinter ihrem Ursprung eine Einschnürung, Hals der Hintersäule, Cervix columnae posterioris. Hinter dieser Einschnürung schwillt die Hintersäule zu einem spindelförmigen Kopfe an, Caput columnae posterioris, und verjüngt sich endlich zu einer gegen den Sulcus lateralis posterior gerichteten Spitze, Apex columnae posterioris. Auf dieser sitzt die Rolandosche Substanz, Substantia gelatinosa post. (Rolandi).

Von der lateralen Seite der Vordersäulenbasis ragt ein dritter bedeutender Vorsprung in den Markmantel, die Seitensäule, Columna lateralis; diese ist im Brustmark am deutlichsten, nimmt kaudal ab, während sie im Halsmark mit der stark ausgebildeten Vordersäule zusammenfließt.

Die Seitensäule liegt stets ventral vom Halse der Hintersäule. Beachtet man dies, so läßt sich die Seitensäule nie mit einem Nachbargebilde verwechseln, der Formatio reticularis. Diese liegt in einem Winkel, welchen die Seitensäule mit dem lateralen Rande der Hintersäule bildet. Sie besteht aus netzartig angeordneten Balken grauer Substanz, welche in den Seitenstrang vorspringen, kleinere Bündel weißer Substanz von ihm abschneiden und in ihre Maschen aufnehmen.

Nach dem Lendenmarke hin abnehmend, dehnt sich die Formatio reticularis kranialwärts beständig aus.

Außer diesen großen, stumpfen oder scharfen Vorsprüngen gegen die weiße besitzt die graue Substanz eine große Menge feiner Leisten, Septula medullae spinalis, welche von der Peripherie der grauen Substanz radial in den Markmantel eintreten, sich teilen und verbinden, zum großen Teil dessen Oberfläche erreichen und so den Markmantel in zahlreiche feine Blätter zerlegen. Die Oberfläche der grauen Substanz ist hiernach nicht glatt, sondern rauh und zackig.

Die Ganglienzellen der grauen Substanz liegen zu Gruppen vereinigt und in zerstreuter Anordnung.

Als besondere Gruppen sind innerhalb der Vordersäule durch Waldeyer unterschieden: 1. die vordere mediale, 2. die vordere laterale Gruppe; 3. die hintere mediale (Kommissurenzellen), 4. die hintere laterale Gruppe; 5. die zentrale Gruppe.

In der Seitensäule befindet sich die Seitensäulengruppe.

In der Basis der Vordersäule liegen außer zentralen Ganglienzellen die Gruppe der Mittelzellen sowie die ebenfalls kleinen Nebenzellen.

An der medialen Seite der Basis der Hintersäule liegt eine sehr deutlich abgegrenzte Gruppe von Ganglienzellen. Sie heißt jetzt Nucleus dorsalis (Stillingi, Clarkii), ist bekannter als Clarkesche Säule und wird auch als Stillingscher Kern bezeichnet. Sie hat ihren größten Querschnitt im unteren Brustmark und dehnt sich ununterbrochen zwischen dem siebenten Halsnerven und dem dritten Lendennerven aus. Weiter oben und unten, im Hals- und Sakralmark, finden sich isolierte graue Massen an den entsprechenden Stellen vor.

Auch die Substantia gelatinosa Rolandi enthält besondere kleine Ganglienzellen, Gierkesche (Virchowsche) Zellen.

In der Zona spongiosa befinden sich vereinzelte mittelgroße Ganglienzellen, Marginalzellen.

Die weiße Substanz, der Markmantel, umhüllt die graue Substanz so vollständig, daß sie an keiner Stelle die Oberfläche berührt. Man unterscheidet an ihr den Vorderstrang, Funiculus anterior, welcher von der Fissura mediana ant., der Commissura ant. alba, der Vordersäule begrenzt wird. Seine konventionelle Grenze gegen den Seitenstrang wird durch das laterale vordere Wurzelbündel bezeichnet. Eine vom Sulcus intermedius ant. parallel zur Fissura mediana ant. gezogene Linie teilt den Strang in zwei Teile, den medialen Pyramiden-Vorderstrang, Fasciculus cerebrospinalis anterior (pyramidalis ant.) und den Vorderstrang-Rest oder das Vorderstrang-Grundbündel, Fasciculus ant. proprius (Flechsigi).

Der Seitenstrang, Funiculus lateralis, liegt lateral von der grauen Substanz. Seine Grenze gegen den Vorderstrang ist uns schon bekannt, seine Grenze nach hinten bildet die Zona terminalis (siehe über diese weiter unten). Auch im Seitenstrang sind einzelne untergeordnete Stränge bekannt. Ihre Grenzen sind aber auf gewöhnlichen Präparaten nicht zu erkennen. Trotzdem kann man sich ihre Lage leicht einprägen, wenn man sagt: das von der Formatio reticularis durchsetzte Gebiet ist der Pyramiden-Seitenstrang, Fasciculus cerebrospinalis lateralis (pyramidalis lat.). Eine schmale Zone, parallel der Oberfläche, von der Zona terminalis bis ungefähr zur Abgangsstelle des Lig. denticulatum

reichend, ist der Kleinhirnseitenstrang, Fasciculus cerebellospinalis (besser Seitenstrang-Kleinhirnbahn, Fasciculus spinocerebellaris). Eine kleine Zone, ventral von dem Kleinhirnseitenstrang gelegen, heißt Gowerssches Bündel, Fasciculus anterolateralis superficialis (Gowersi). Was vom Seitenstrang noch übrig ist, wird als Seitenstrangrest oder Seitenstrang-Grundbündel, Fasciculus lateralis proprius (Flechsigi) bezeichnet.

Die Zona terminalis liegt an der Peripherie des Rückenmarkes in der Verlängerung der Hintersäule und wird medianwärts von den eintretenden hinteren Wurzelfasern begrenzt. Sie besteht aus feinsten markhaltigen Nervenfasern, welche in der Längsrichtung des Rückenmarkes verlaufen. Sie wurde früher als Lissauersches Bündel bezeichnet. Waldeyer nannte sie Markbrücke. Zwischen der Zona terminalis und der Substantia gelatinosa post. (Rolandi) befindet sich eine Lage grauer Substanz, welche Zona spongiosa heißt.

Der Hinterstrang, Funiculus posterior, liegt zwischen Septum post., Commissura post. und Hintersäule. Er wird durch den Sulcus intermedius post. und durch ein von ihm ausgehendes Septum in den medialen Gollschen Strang, Fasciculus gracilis (Golli) und den lateralen Burdachschen oder Keilstrang, Fasciculus cuneatus (Burdachi) zerlegt.

Aus der Vordersäule treten in zahlreichen Bündeln die vorderen motorischen Wurzeln aus, indem sie den Vorderstrang durchsetzen und im Gebiet des Sulcus lat. ant. heraustreten. Die einzelnen Bündel entstehen durch Zusammentreten der einzelnen Neuriten innerhalb der Vordersäule.

Die hinteren (sensiblen) Wurzeln treten in dickeren Bündeln medianwärts von der Zona terminalis in den Burdachschen Strang ein, woselbst das Bündel pinselförmig auseinandergeht. Eine Anzahl der Fasern verbleibt im Hinterstrang, andere ziehen in die graue Substanz der Hintersäule.

Die äußerste Lage des Rückenmarkes wird von einer schmalen Zone von Neuroglia gebildet, Waldeyers subpiale Schicht.

Die im Vorhergehenden geschilderten Teile des Querschnittsbildes sind in bestimmten Abschnitten des Rückenmarkes deutlicher, in anderen minder deutlich ausgebildet. Über das relative Verhältnis der grauen und weißen Substanz und über die verschiedene Gestalt der Schmetterlingsfigur geben die Fig. 39—67 eine gute Vorstellung; darüber wird in einem besonderen Kapitel gehandelt werden. Hier soll nur noch eine Übersicht gegeben werden, an welchen Abschnitten des Rückenmarkes die genannten Teile vorkommen und wo sie am deutlichsten erkannt werden können:

Die Kommissuren werden am besten studiert am Cervikal-, Lumbal- und Sakralmark, wo namentlich die Commissura ant. alba sehr deutlich ist. Die Zona terminalis, spongiosa, gelatinosa post. sucht man am vorteilhaftesten zuerst im Lumbal- oder Sakralmark auf. Hat man sie hier gut gesehen, so wird man sie leicht auch im Cervikal- und Thorakalmark finden. Die vorderen und die hinteren Wurzeln werden im Gebiet der Intumescentia cervicalis und lumbalis am deutlichsten zu sehen sein, weil hier die dicken Extremitätennerven entspringen. Seitensäule und Formatio reticularis sind am kräftigsten im Cervikalmark. Die Einteilung des Hinterstranges in Gollschen und Burdachschen Strang findet man erst vom mittleren Thorakalmark aufwärts. In dem unteren Abschnitt des Rückenmarkes wird man darnach vergeblich suchen. Die Zellengruppen der grauen Substanz sind

ebenfalls wieder im Gebiet der Hals- und Lendenanschwellung am deutlichsten. — Man glaube aber nicht, daß man alle im Schema aufgeführten Gruppen in einem Querschnitt nebeneinander finden kann. — Der Nucleus dorsalis ist am kräftigsten im XI. Thorakalsegment. Er wird nach unten plötzlich, nach oben allmählich schwächer und ist oberhalb des 7. Cervikal- und unterhalb des 3. Lumbalsegments nur noch in Spuren vorhanden.

Durch alle diese Verschiedenheiten wird es verhältnismäßig leicht, die Zugehörigkeit eines Schnittes zu den einzelnen Hauptteilen des Rückenmarkes zu bestimmen, nämlich ob ein Schnitt dem Cervikal-, Thorakal-, Lumbal- oder Sakralmark entstammt. Schwieriger ist es schon festzustellen, ob er dem oberen, mittleren oder unteren Abschnitt dieser Teile angehört.

6. Der Zentralkanal, Canalis centralis.

Der Canalis centralis hat in den verschiedenen Gegenden des Markes veränderliche Gestalt und Größe. Im Brustmark ist er rundlich und hat einen Quermesser von 0,05—0,1 mm. In der Halsanschwellung ist seine Form queroval, in der Lendenanschwellung längsoval. Gegen die Oblongata hin wandelt sich die querovale Form ebenfalls zu einer sagittalen Spalte um. Im Conus medullaris rückt der Kanal mehr und mehr an die hintere Medianspalte heran und erweitert sich im unteren Ende des Konus zum Ventriculus terminalis (W. Krause). Fig. 36.



Fig. 36.
Ventriculus terminalis. Frontalschnitt durch das Rückenmark aus der unteren Gegend des Conus medullaris. *c* N. coccygeus. (W. Krause.)

Der Querschnitt des Ventrikels ist meist dreiseitig, mit hinterer Spitze und vorderer Basis. Seine Länge beträgt 8—10, seine Breite 0,5—2 mm, seine Tiefe 0,4—1 mm. Er reißt von hinten leicht ein und wurde früher für offen gehalten. Beim Übergang des Konus in das Filum terminale setzt er sich wieder in einen feinen Kanal fort, welcher bis zur halben Länge des Filum hinabreicht, wo er blind endigt.

Der obere Teil des Ventriculus terminalis ist nach Argutinsky (1898) auf dem Querschnitt T-förmig; der mittlere Teil ist zumeist ein dünnwandiger offener, oder abgeplatteter, oder in Längsfalten gelegter Sack; der untere längste Teil ist in der Regel eine frontal gerichtete Spalte.

Argutinsky gibt Rekonstruktionsbilder und hält den Ventriculus terminalis für ein nachträglich entstandenes Gebilde.

Der Zentralkanal ist häufig obliteriert, zumal im Halsteil des Rückenmarkes.

7. Massenverhältnis der grauen und der weißen Substanz.

Die graue Substanz nimmt von der Spitze des Conus medullaris bis zur Mitte der Lendenanschwellung an Masse stetig zu (bis auf 24,89 qmm Querschnittfläche), erfährt im Brustmark eine sehr bedeutende Abnahme (bis auf 4,56 qmm Querschnitt) und schwillt an der Halsanschwellung wiederum bedeutend an (bis 19,67 qmm), um im oberen Halsmark langsam abzunehmen. Mit Bezug auf die abgehenden Nervenwurzeln ergibt sich die Tatsache, daß der Flächeninhalt der grauen Substanz auf Querschnitten um so größer ist, je mehr Wurzelfasern in dem bezüglichen Abschnitt aus dem Rückenmark hervorgehen; die graue Substanz ist an jenen Stellen am mächtigsten, wo die großen Extremitätennerven entspringen.

Ganz anders verhält sich die weiße Substanz. In der Gegend der Konusspitze ist der Querschnitt überwiegend aus grauer Substanz gebildet, welche nur von einem schmalen Saume

weißer umgeben wird. Von hier an erfährt die weiße Substanz bis zum oberen Teil der Halsanschwellung eine stetige Zunahme (bis auf 24,02 qmm), die nur in der Strecke vom dritten Lendenbis zum zwölften Brustnerven durch eine unbedeutende Abnahme unterbrochen wird. Die Zunahme erfolgt am Beginn der beiden Anschwellungen rascher als an anderen Stellen.

Im ganzen genommen erscheint folglich die Masse der grauen Substanz des Rückenmarkes in der Form einer Doppelspindel, die weiße dagegen in der Form eines Kegels mit kaudaler Spitze. Das Verständnis dieses Verhaltens wird sich aus dem Studium der Leitungsbahnen leicht ergeben.

An der Austrittsstelle des vierten Lendennerven nehmen graue und weiße Substanz nahezu gleich viel Raum ein (die graue 12,02, die weiße 22,34 qmm). Weiter oben hat die weiße stets einen größeren Flächeninhalt als die graue; auch die Halsanschwellung ändert dies Verhältnis nicht; im Ursprungsgebiet des sechsten Halsnervenpaares mißt der Querschnitt der weißen Substanz 24,02, der der grauen 16,67 qmm. Vom vierten Halsnerven zur Oblongata ist dann wieder eine kleine Abnahme weißer Substanz zu bemerken. Die einzelnen weißen Stränge verhalten sich hierbei jedoch verschieden.

Es wurde oben erwähnt, daß die graue Substanz proportional den austretenden Nervenwurzeln zu- und abnehme. Dies bezieht sich jedoch wesentlich auf die Vordersäulen. Die Hintersäulen werden durch die Anschwellungen weniger beeinflußt, obwohl auch sie eine Zunahme erfahren. Dies ist besonders der Fall in der Lendenanschwellung, in welcher die Hintersäulen eine ansehnliche Breite besitzen. Die Zunahme der Vordersäulen in der Halsanschwellung ist vor allem eine seitliche, so daß von einer isolierten Seitensäule nichts mehr gesehen wird. Gegen die Spitze des Conus medullaris hin verliert sich die Abgrenzung der Vorder- und Hintersäule. Zugleich treten die Hintersäulen immer näher zusammen und verschmelzen schließlich zu einer Masse.

An den beiden Intumeszenzen ist die Commissura alba besonders mächtig; an den übrigen Stellen überwiegt die Commissura grisea.

Die hintere graue Kommissur ist am mächtigsten im Conus medullaris (sagittaler Durchmesser — 0,40 mm), nimmt in der Lendenanschwellung ab (0,13), sinkt im Brustteil noch mehr (0,03) und wächst im Halsmark wieder (0,13).

8. Feinerer Bau des Rückenmarkes.

a) Das stützende Gerüst.

Das stützende Gerüst des Rückenmarkes wie des Gehirnes besteht aus zwei dem Ursprunge nach wesentlich voneinander verschiedenen Geweben:

α. aus pialen Bindegewebsfortsätzen, welche als Leiter der sehr zahlreichen in das Mark eindringenden Gefäße erscheinen;

β. aus Nervenkitt, Neuroglia[1]), einem Gewebe, welches dem gleichen epithelialen, ektodermalen Zellenlager entspringt, wie die nervösen Elemente selbst (siehe Fig. 38, 68—71 u. Allg. Teil, S. 142—144).

Die Neuroglia stellt einen an Masse gegenüber den nervösen Bestandteilen zwar an den meisten Stellen zurücktretenden, immer aber ansehnlichen, sehr zierlich gebauten Körper dar, welcher zahllose Lücken besitzt und aus Gliazellen und Gliafasern besteht.

Die Gliazellen sind reich verästelte Gebilde, deren Ausläufer wahrscheinlich miteinander zusammenhängen und ein Syncytium bilden (siehe aber S. 44). Die Gliafasern bestehen nach den histochemischen Untersuchungen von Kühne und Ewald aus Hornsubstanz, Neurokeratin.

Das Aussehen der Neuroglia ist jedoch keineswegs überall gleich. Dies hängt zum Teil mit dem Wechsel der zu stützenden Teile zusammen; aber auch ohne diesen Umstand vermag sie bedeutende Verschiedenheiten zu entwickeln. Im Interesse der Darstellung ist sie in drei Kategorien zu teilen:

[1]) Betone Neuróglia.

Sulcus medianus post.
Septum post.
Sulcus intermedius post.
Fasciculus gracilis (Goll'scher Strang)
Fasciculus cuneatus (Burdach'scher Strang)
Radix post.
Sulcus lat. post.
marginale Zellen
Zona terminalis
zentrale Zellen
Strangzellen
Zona spongiosa
Substantia gelatinosa (Rolandi)
Columna post.
Nucleus dorsalis (Clarke'sche Säule)
Pia mater
Nebenzellen
Formatio reticularis
Mittelzellen
Lig. denticulatum
Fasciculus cerebello-spinalis
Fasciculus cerebro-spinalis lat.
Fascicul. anterolat. superf. (Gowers'sches Bündel)
Columna lat.
Fasciculus lat. proprius
Columna ant.
Fasciculus ant. proprius
Fasciculus cerebrospinalis ant. (pyramidalis ant.)
Radix ant.
Seitensäulen-Gruppe
hintere laterale Gruppe
hintere mediale Gruppe
zentrale Gruppe
vordere laterale Gruppe
vordere mediale Gruppe
Commissura post.
Fissura mediana ant.
A. spinalis ant.
Commissura ant.

Fig. 37. Schematischer Querschnitt des Rückenmarkes mit Pia mater und Lig. denticulatum. Ganglienzellen rot.



Fig. 38. Gliagerüst im Hinterstrang des menschlichen Rückenmarkes. Kerne und Gliafasern blau.

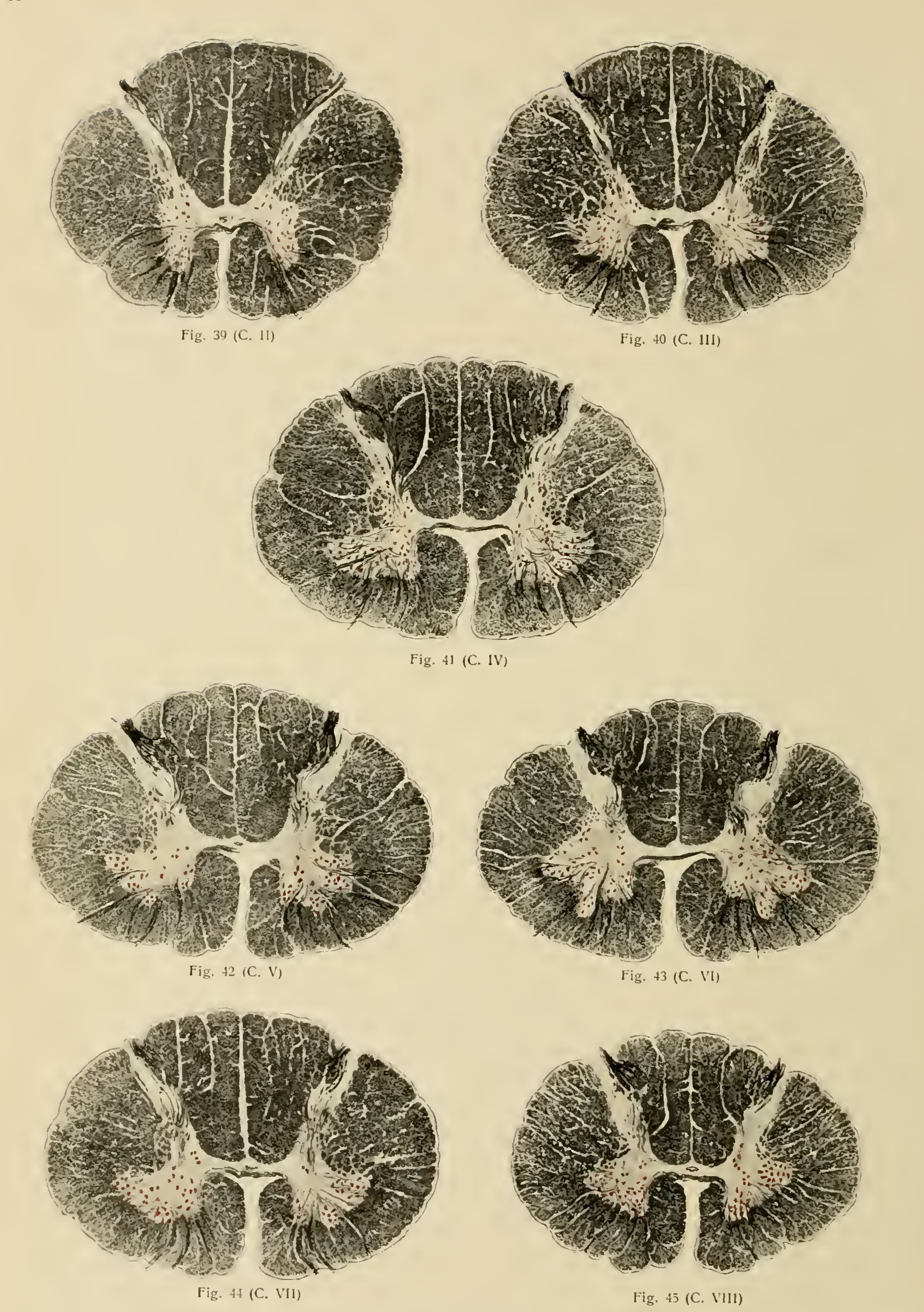


Fig. 39 (C. II) Fig. 40 (C. III)
Fig. 41 (C. IV)
Fig. 42 (C. V) Fig. 43 (C. VI)
Fig. 44 (C. VII) Fig. 45 (C. VIII)

Fig. 39—45. Querschnittsbilder der Cervikalsegmente II—VIII von demselben Rückenmark, wie die in den Fig. 46—67 abgebildeten Schnitte.

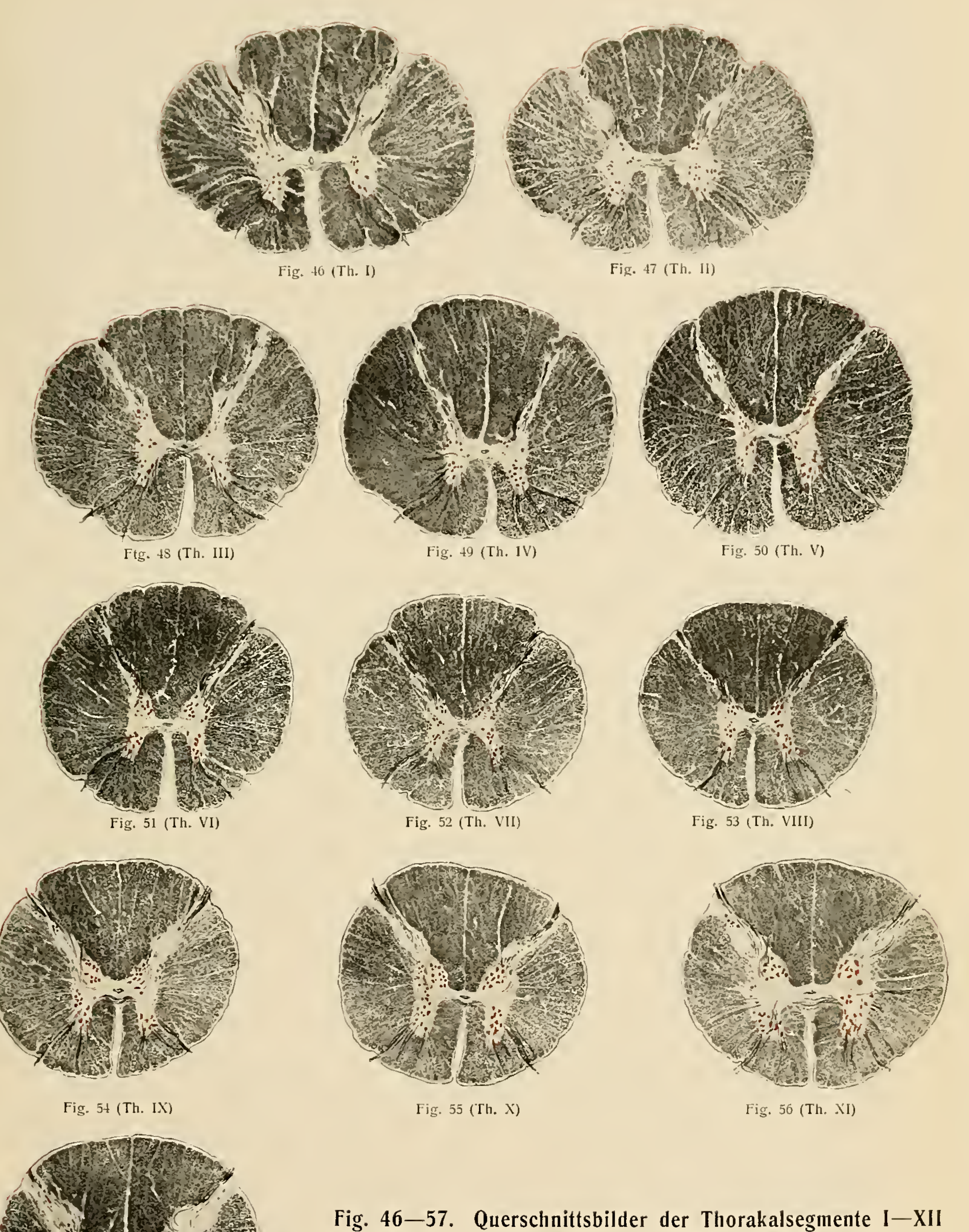


Fig. 46 (Th. I) Fig. 47 (Th. II)

Fig. 48 (Th. III) Fig. 49 (Th. IV) Fig. 50 (Th. V)

Fig. 51 (Th. VI) Fig. 52 (Th. VII) Fig. 53 (Th. VIII)

Fig. 54 (Th. IX) Fig. 55 (Th. X) Fig. 56 (Th. XI)

Fig. 57 (Th. XII)

Fig. 46—57. Querschnittsbilder der Thorakalsegmente I—XII von demselben Rückenmark wie die in Fig. 39—45 und in Fig. 58 bis 67 abgebildeten Schnitte.

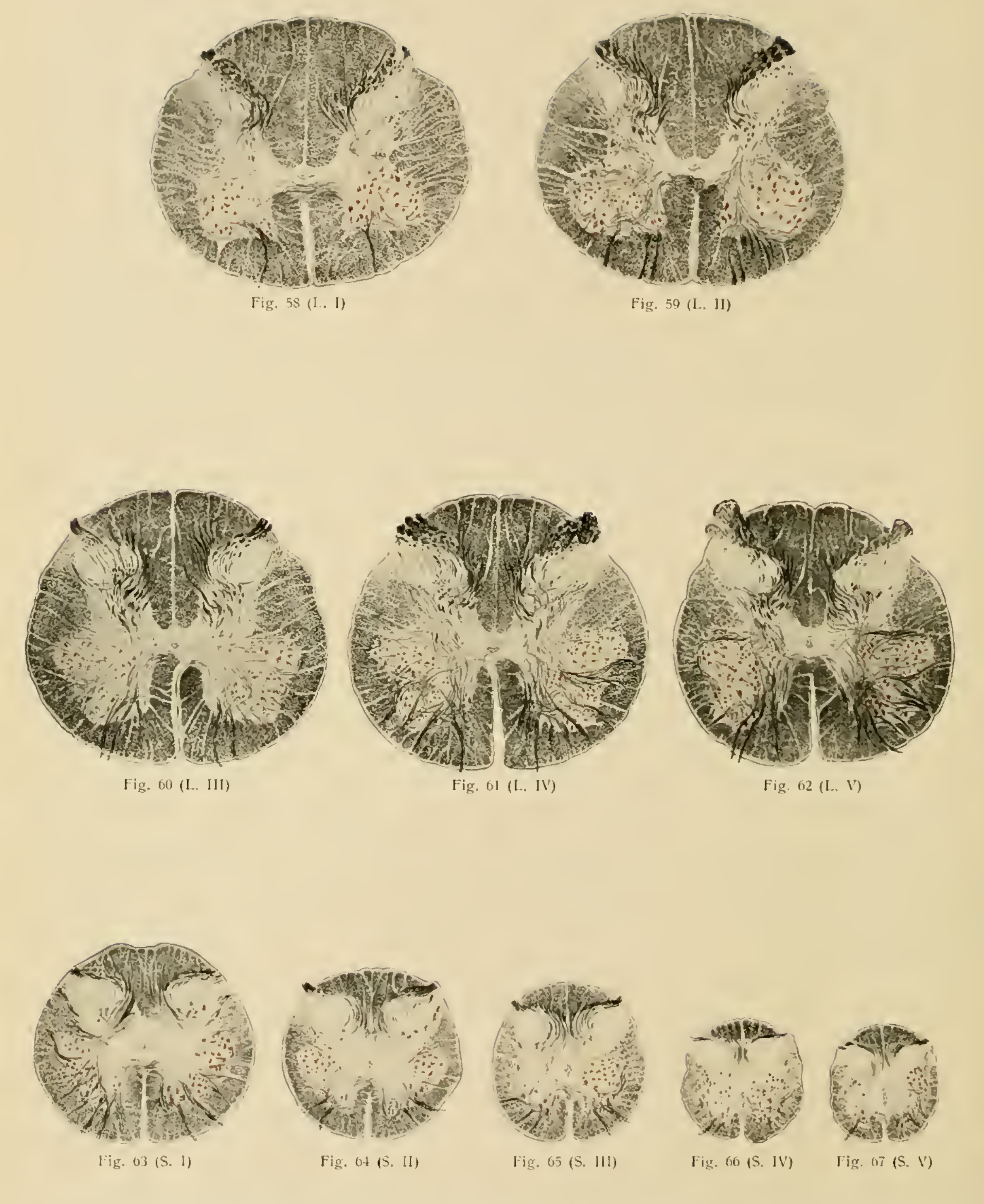


Fig. 58—67. Querschnittsbilder der Lumbalsegmente I—V und der Sakralsegmente I—V von demselben Rückenmark, wie die in Fig. 39—57 abgebildeten Schnitte.

1. das Ependym,
2. die Neuroglia der grauen Substanz und
3. die Neuroglia der weißen Substanz.

Wenn auch die Mehrzahl der neuesten Untersuchungen sich für den einheitlichen ektodermalen Ursprung der Neuroglia ausgesprochen hat und diese Anschauung von chemischer Seite eine gewichtige weitere Unterlage besitzt, so ist zwar nicht zu verkennen, daß es sich mit dem embryonalen Gerüst des zentralen Nervensystems wirklich so verhält. Daß es sich aber in späterer Zeit nur um eine Vermehrung der Neurogliaelemente auf gleicher Grundlage handelt und nicht auch um eine sekundäre Invasion von Bindegewebe, bedarf immer noch des unmittelbaren Nachweises. Letztere Theorie zählt gewichtige Anhänger.

Über die Stützsubstanz der Nervenwurzeln siehe periphere Nerven.

Capobianco, F., De la participation mésodermique dans la genèse de la névroglie cérébrale. Arch. ital. de Biol. XXXVII, 1902.

Das Ependym. Fig. 68—70 und Abt. I, Fig. 211.

Die zylindrischen Zellen des Ependyms, Ependymzellen, kleiden in einfacher

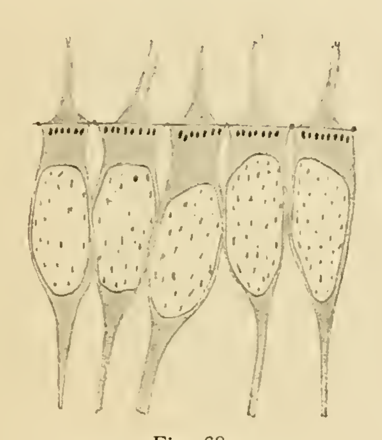


Fig. 68.
Ependymzellen (starke Vergr.).



Fig. 69.
Stützzellen des Medullarrohres. (Von His.)

Schicht den Zentralkanal aus. Jede Zelle trägt am Innenende einen verdickten Kutikularsaum, welcher mit den Säumen der folgenden verbunden ist. Der Kutikularsaum jeder Zelle trägt zahlreiche Cilien. (Abt. I, Fig. 211.) Der lange periphere Fortsatz, Ependymfaser, verhält sich verschieden nach der Gegend: in der Gegend der vorderen Kommissur zeigen die Ependymzellen eine meridianartige, tonnenförmige Anordnung, indem ihre Außenenden nach der vorderen Medianfissur konvergieren; so entsteht der vordere oder ventrale Ependymkeil (Retzius). Die hintersten Ependymzellen zeigen eine streng mediane Lage und dicht gedrängte bündelartige Anordnung; sie bilden den schmalen hinteren oder dorsalen Ependymkeil. Zwischen beiden haben jederseits die lateralen Ependymzellen ihre Lage. Sie strahlen mit ihrem langen Fortsatz im ganzen radiär aus, gabeln sich fast konstant im Bereiche der weißen Substanz, durchdringen letztere und endigen an der äußeren Oberfläche mit kleinen Knötchen. Fig. 70.

Das ausgebildete Rückenmark enthält noch die beiden Ependymkeile, den ventralen als vorderes Keilstück, den hinteren als Septum posterius. Ob die seitlichen Ependymzellen ihren

peripheren Fortsatz auch beim Erwachsenen noch bis zur äußersten Peripherie senden, wie es beim Fetus sich findet, ist nicht sicher nachgewiesen, jedoch wahrscheinlich.

Ontogenetisch und phylogenetisch stellt das Ependym für sich allein das Urgerüst des ganzen Markes dar. Bei Amphioxus bleibt es dauernd auf dieser Stufe. Die übrige Neuroglia aber ist als ein neuer, dem Ependym sich zugesellender Erwerb zu betrachten.

Die Neuroglia der grauen Substanz.

Die Gliazellen der grauen Substanz (Deiterssche Zellen, Pinselzellen), anfänglich spärlich, allmählich immer reichlicher in der grauen Substanz verbreitet, haben zuerst längliche Gestalt, später Sternform, Astrocyten, und besitzen großenteils eine außerordentliche Menge von Fortsätzen. Sie erscheinen wie Schatten von Nervenzellen, stellen auch histologische Einheiten dar wie letztere, und bilden

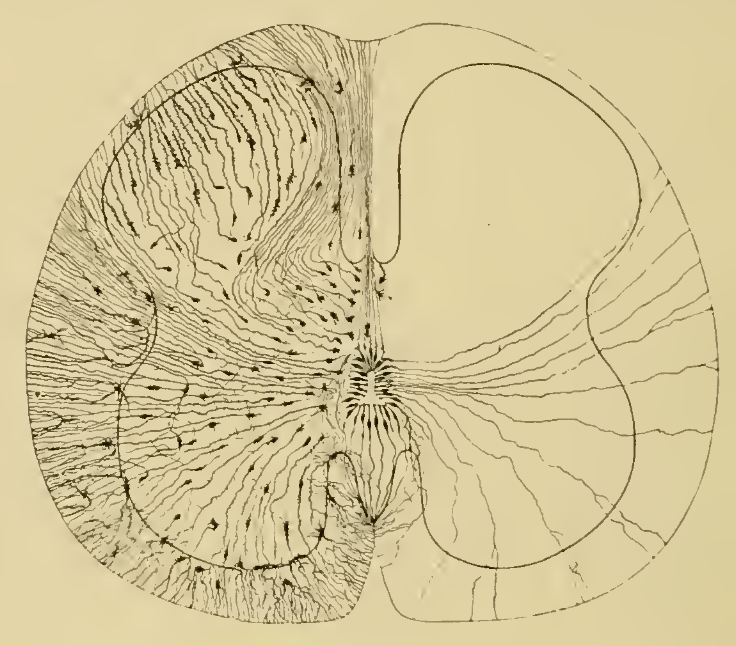


Fig. 70.

Neuroglia vom Rückenmark eines 14 cm langen menschlichen Fetus (Golgi-Methode). (v. Lenhossék.) Rechts Ependymgerüst, links Neurogliazellen. Vorderer und hinterer Ependymkeil.

mit ihren vielen Ausläufern schließlich die feinsten und zartesten Filze, die als Gliopilem dem Neuropilem (Nervenfaserfilz) gegenüberstehen. Sie enthalten nur wenige oder gar keine Gliafasern.

Sie sind überall in der grauen Substanz vorhanden, bilden aber stärkere Anhäufungen an drei verschiedenen Stellen:

a) Substantia gelatinosa centralis (grisea centralis der B. N. A.),

b) Substantia gelatinosa posterior (Rolandi),

c) Zona spongiosa.

Die Substantia gelatinosa centralis liegt in der nächsten Umgebung des Zentralkanales, wird von den Ependymfasern durchsetzt und bildet mit den Zellkörpern der letzteren den zentralen Ependymfaden von R. Virchow. Sie besitzt kreisförmigen oder elliptischen Querschnitt. Die Neurogliazellen sind hier ziemlich zahlreich, haben plumpe Gestalt, reiche Fasern und zeigen eine dem Zentralkanal konzentrische Anordnung der dichten Fasermassen.

Die Substantia gelatinosa posterior stellt eine schon mit freiem Auge leicht sichtbare, vorn offene gebogene Platte dar, welche den Kopf der Hintersäule der grauen Substanz gegen

den Seitenstrang und den Hinterstrang abgrenzt. Ihr konvexer Rand ist den eintretenden hinteren Wurzeln zugekehrt. Im Lendenteil halbmondförmig, erscheint sie im Brust- und Halsmark winkelig geknickt, mit hinterer Spitze. In den Anschwellungen hat sie ihre größte Stärke und ist im Brustmark am schwächsten; hier nimmt sie $^1/_5$ des Querschnittes der Hintersäule ein, in der Halsanschwellung $^1/_3$, in der Lendenanschwellung sogar $^2/_5$. (Fig. 39—67.) Sie ist an vielen Stellen durchbrochen zum Durchtritt von Nervenbündeln und besteht aus einem überaus reichen und feinen Geflecht von Gliafasern, in welches an vielen Stellen Gliazellen eingestreut sind. Ihre Blutgefäße sind nicht zahlreich; Nervenzellen fehlen nicht gänzlich; andere umsäumen den Außenrand der Rolandoschen Substanz. Alle neueren Beobachter betonen das äußerst dichte Flechtwerk zarter Fasern der hier vorkommenden Gliazellen, die pelzige, moosige Beschaffenheit derselben auf gewissen Entwicklungsstufen; in späterer Zeit scheinen auch körnige, traubenartige Umwandlungen der Substanz vorzukommen.



Fig. 71.

Bau der Neuroglia in der grauen und weißen Substanz des Rückenmarks von Myxine. (Erik Müller, 1899.)

An die eigentliche Rolandosche Substanz schließt sich hinten eine schmale Schicht, Zona spongiosa, oder Zonalschicht der Hintersäulen, saumartig an, welche ihren Namen erhalten hat von den zahllosen größeren und kleineren Lücken, die sich in ihr befinden; sie ähnelt daher einem Schwamme. Ihre Grundlage bilden Gliazellen und deren Fasern.

Die Neuroglia der weißen Substanz besteht ebenfalls aus Gliazellen, welche jedoch eine große Menge von Gliafasern enthalten und wahrscheinlich ein Syncytium bilden (Fig. 38). Auch die Ependymfasern ziehen in die Glia der weißen Substanz hinein. Sie besitzt im ganzen einen regelmäßigeren Bau, als die der grauen; denn sie dient zur Stütze einfacher angeordneter Teile, vor allem der Fasermassen des Markmantels. Dessen einzelne, meist vertikal ziehende Nervenfasern liegen von früher Zeit an nicht unmittelbar nebeneinander, sondern werden durch kleine Zwischenräume getrennt. Letztere sind von der Neuroglia eingenommen. Diese hängt an der Innenfläche

des Markmantels mit der grauen Substanz zusammen, an der Außenfläche entwickelt sie allmählich eine feine verdichtete Schicht, welche keine Nervenelemente mehr führt, sondern eine gemeinsame Hülle für das ganze Rückenmark bildet: die Rindenschicht, die subpiale Schicht Waldeyers. Dieselbe ist an verschiedenen Stellen von wechselnder Mächtigkeit, wird außen von der Pia mater bedeckt und dringt an ihrer Innenfläche mit vielen kleinen und größeren Fortsätzen in die weiße Substanz ein. Zu beiden Seiten der vorderen Längsfissur des Markes umgibt sie die weiße Substanz bis in die Tiefe. Im Sulcus lateralis posterior erreicht sie die Spitze der Hintersäule und tritt mit der Substantia gelatinosa posterior in Verbindung.

b) Die nervösen Bestandteile.

A. Die Nervenzellen.

Die graue Substanz des Rückenmarkes erstreckt sich als ununterbrochene symmetrisch geformte Säule vom Conus medullaris bis zur Oblongata und setzt sich in letztere fort. Sie enthält als wesentliche Bestandteile Nervenzellen und Nervenfasern, von welchen erstere teils zu Gruppen zusammentreten, teils zerstreute Lage besitzen. Ihre Häufigkeit ist nicht in allen Querschnittshöhen gleich, sondern wächst an den Eintrittsstellen der segmental angeordneten Nervenwurzeln. Daher zeigt die graue Substanz selbst bis zu gewissem Grade eine segmentale Gliederung; auf letzteren Umstand weist schon die Gegenwart der beiden großen Intumeszenzen hin; denn dieselben hängen mit dem Ursprunge der großen Extremitätennerven zusammen. Die Anordnung der Nervenzellen in der grauen Substanz des Markes erscheint daher unter dem Bilde einer perlschnurförmigen Längsaufreihung (Fig. 72); dies gilt besonders für die Vordersäulen.

Die Nervenzellen des Rückenmarkes können nach verschiedenen Gesichtspunkten eingeteilt werden.

a) Nach der segmentalen Gliederung der grauen Säulen unterscheidet man Nervenzellen der einzelnen durch eine Ordnungsziffer bestimmten Segmente.

b) Nach der topographischen Lagerung der Nervenzellen im Markquerschnitte werden unterschieden (Fig. 37): eine vordere und hintere mediale, eine vordere und hintere laterale Gruppe von Zellen der Vordersäule; die isolierten Zellen der Vordersäule; die zentrale Gruppe der Vordersäule; die Zellengruppe der Seitensäule; die Zellengruppe der Clarkeschen Säule; die solitären Zellen der Hintersäule; die Zellen der Substantia gelatinosa posterior; die prärolandosche Zellengruppe; die postrolandoschen Zellen; die zerstreuten zentralen Zellen; die solitären Zellen um den Zentralkanal.

c) Eine wichtige Unterscheidung gründet sich auf das Verhalten und die Bahn des Neuriten. Hiernach gibt es, wie Cajal feststellte:

Cellulae radiculares; der Nervenfortsatz zieht zur vorderen oder hinteren Nervenwurzel;

Cellulae funiculares; der Nervenfortsatz zieht zu den weißen Marksträngen; es sind unilaterales und bilaterales zu unterscheiden; im letzteren Falle teilt sich der Nervenfortsatz in zwei Fasern, deren eine durch die vordere Kommissur auf die andere Seite des Markmantels gelangt;

Cellulae commissurales; der Nervenfortsatz zieht durch die vordere Kommissur zu dem Vorder-Seitenstrange der anderen Seite;

Cellulae axi-ramificatae; der Nervenfortsatz verliert seine Selbständigkeit und zerfällt in der grauen Substanz in eine große Anzahl feinster Äste (Golgi-Zellen vom II. Typus).

Unter den Cellulae axi-ramificatae gibt es auch solche, deren Neurit zunächst die vordere Kommissur überschreitet und in der grauen Säule der anderen Seite sich in ein terminales Astwerk auflöst.

Da die Kommissurenzellen also teils zur letzten Gruppe, teils zu den Strängen gehören, bleiben übrig:

Cellulae radiculares,
Cellulae funiculares,
Cellulae axi-ramificatae.

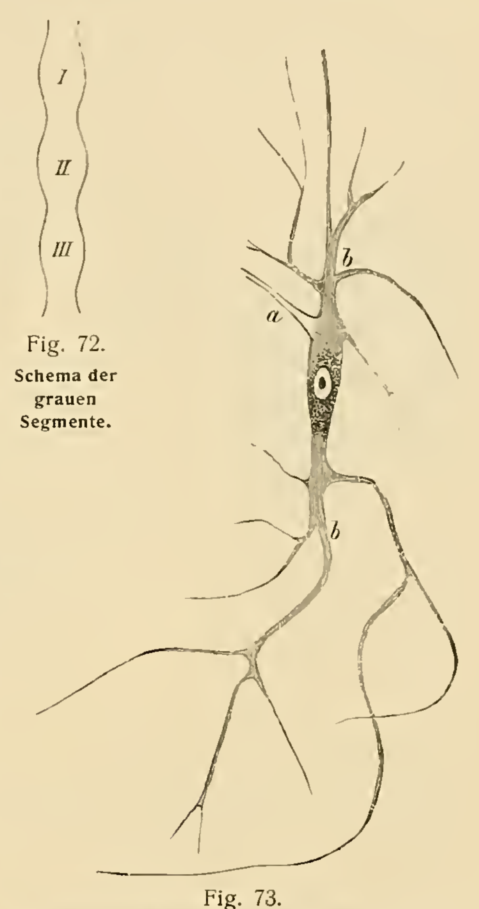


Fig. 72. **Schema der grauen Segmente.**

Fig. 73. **Nervenzelle der Hintersäule.** (Nach Deiters.) *a* Neurit; *b* Dendriten.

d) Die im Rückenmark und in den Spinalganglien vorhandenen Zellen mit ihren Ausläufern gehören Neuronen verschiedener Ordnung an. In dieser Hinsicht sind die Cellulae radiculares (als Ganzes) von den übrigen zu trennen als Neuronia terminalia oder Neuronia externa, während die übrigen Zellen des Markquerschnittes Neuronia interna darstellen. Jene vermitteln den unmittelbaren Außenverkehr, diese den Innenverkehr.[1])

e) Nach der spezifischen Funktion können die Zellen eingeteilt werden in motorische, sensible, reflektorische, assoziierende usw.

Im einzelnen ist von den verschiedenen Zellen eine Menge wichtiger Besonderheiten festgestellt worden und folgendes zu beachten:

1. Cellulae radiculares, Wurzelzellen.

Es gibt Vorderwurzelzellen und Hinterwurzelzellen.

a) Cellulae radiculares anteriores, *Vorderwurzelzellen.* Fig. 37, 75, 79.

Die Vorderwurzelzellen, die motorischen Zellen der vorderen Wurzeln, in den Intumeszenzen die beiden vorderen und die lateral-hintere Zellengruppe der Vordersäule bildend, im oberen Hals- und im Brustmark unzerklüftet, zeichnen sich vor allen anderen multipolaren Nervenzellen des Markes durch die Größe ihres Körpers und den Reichtum ihrer Dendritenverästelung aus. Manche Dendritenausläufer ragen in die weiße Substanz und in die vordere Kommissur hinein. Der Neurit entspringt vom Zellkörper oder von einem Dendritenstamme, tritt durch den Vorderstrang in die vordere Nervenwurzel und wird so zum Axenzylinder der peripheren motorischen

[1]) s. v. Lenhossék, Der feine Bau des Nervensystems, 2. Aufl., 1895.

Nervenfaser. In manchen Fällen entsendet der Neurit in der Nähe seines Ursprunges feine Seitenzweige, die sich verästeln.

b) Cellulae radiculares posteriores, *Hinterwurzelzellen.* Fig. 74, 75, 79.

Von ihnen gibt es zwei Gruppen mit sehr ungleicher Zahl der Elemente. Die eine, weit überwiegende Gruppe wird durch die Zellen der Spinalganglien dargestellt; die kleine andere dagegen durch Zellen, die in der Vordersäule liegen, ihren Neuriten aber in die hintere Wurzel entsenden.

α. Die Nervenzellen der Spinalganglien.

Sie verhalten sich zum Ursprunge der hinteren Wurzeln ebenso, wie die Zellen der vorderen Wurzeln zu letzteren und haben hier ihren systematischen



Fig. 74.

Rückenmarkelemente bei der Ringelnatter (Tropidonotus natrix.)

Querschnitt des Rückenmarkes eines 8 cm langen Embryo; *C* Kommissurenzellen; *S* Strangzelle; *V* vordere (ventrale) Kommissur; *P* multipolare Zellen in den Spinalganglien. Der Eintritt der hinteren Wurzelfasern und ihre Kollateralen sind zum Teil zu sehen, ebenso die Kollateralen der Vorder- und Hinterstränge. (G. Retzius, 1898.)

Platz zu finden, obwohl sie im fertigen Marke und schon früher außerhalb des Rückenmarkes liegen. In der Embryonalzeit sind die Spinalganglienzellen aller Wirbeltiere spindelförmig und bipolar (Fig. 75); so bleiben sie dauernd bei den Fischen; bei den höheren Klassen werden sie durch exzentrische Wachstumsvorgänge pseudo-unipolar.[1]) So entsendet die Zelle einen Ausläufer, der sich bald darauf teilt, und zwar so, daß die beiden Äste zusammen mit dem Ausläufer eine T-Figur bilden (tubes en T der französischen Autoren) (Fig. 79). Der zentrale Fortsatz ist oft der schwächere; er stellt den Neuriten der Zelle dar, der periphere Fortsatz dagegen einen langen, astlosen Dendriten.

Manche Zellen bringen außerdem auch kurze, gewöhnliche Dendriten hervor. Nach neuerer Untersuchung v. Lenhosséks (Arch. mikr. Anat. 1906) verlassen diese Zellausläufer jedoch

[1]) Die Ganglienzellen des Ganglion spirale und des Ganglion vestibulare bleiben bipolar.

das Gebiet der Scheidenzellen nicht, sondern gehen nach Bildung einfacher Schlingen wieder an den Zellkörper (Fig. 76), oder die Ausläufer derselben Zelle bilden miteinander ein Netz. Dadurch entstehen die sogenannten „gefensterten Zellen“.

Die Neuriten dieser Zellen legen sich aneinander, bilden so den Hauptbestandteil der hinteren Wurzel und treten als solche in das Rückenmark ein. Die Zellen selbst sind je von einer besonderen bindegewebigen Kapsel und einer dichten Lage von Scheidenzellen umgeben (siehe S. 14). Die Kapsel setzt sich in die Scheide der ungeteilten und geteilten Nervenfaser fort. Die ungeteilte Faser erhält in der Nähe der Zelle außerdem eine Markhülle und Schwannsche Scheide, welche einwärts der Fibrillenscheide ihre Lage haben und beide auf die Teilungsäste übergehen. Auf der ungeteilten Strecke kann die Nervenfaser einen bis zwei Schnürringe besitzen; die Teilungsstelle selbst liegt immer an einem Schnürringe (Fig. 183, Abt. I).

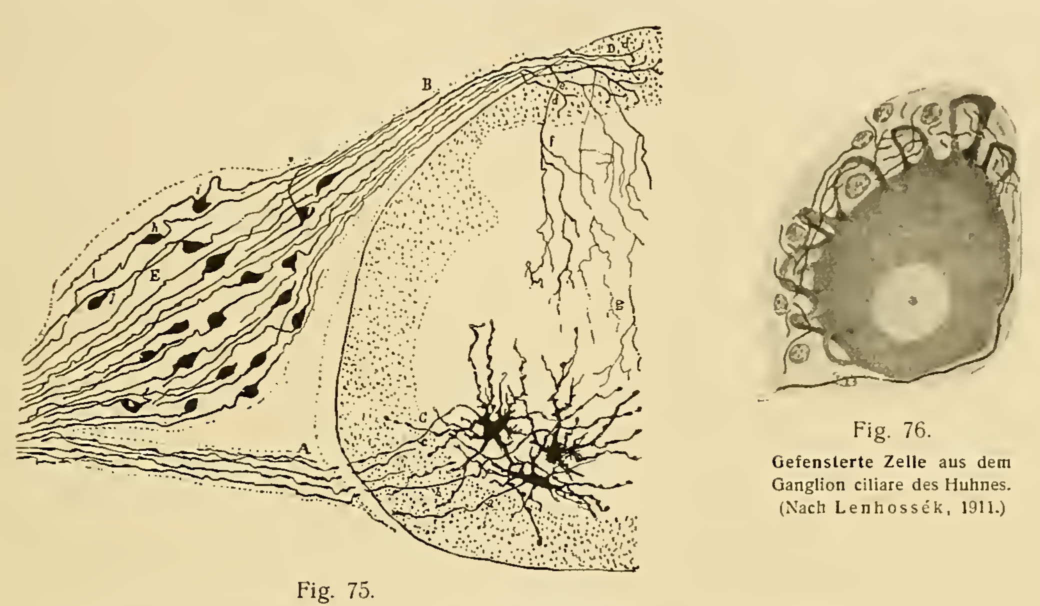


Fig. 76.
Gefensterte Zelle aus dem Ganglion ciliare des Huhnes. (Nach Lenhossék, 1911.)

Fig. 75.

Fig. 75. **Vorderwurzelzellen und Hinterwurzelzellen aus dem Thorakalmark eines Hühnerembryo vom 9. Tage.** *A* vordere Wurzel; *B* hintere Wurzel; *C* Vorderwurzelzellen (motorische Nervenzellen); *c* Neurit einer Vorderwurzelzelle; *D* intramedullarer Teil der hinteren Wurzel; *e* Ursprung einer Kollateralen, die sich nach *f* verzweigt; *g* letzte Reiser der radikularen Kollateralen; *d* Teilungsstellen; *E* Ganglion spinale; *h* bipolare Ganglienzelle; *i* eine andere bipolare Ganglienzelle, welche der Säugetierform ähnlich ist. (Nach Cajal.)

Wie die Spinalganglien sind gebaut: das Ganglion semilunare (Gasseri), das Ganglion geniculi, das Ganglion petrosum, das Ganglion jugulare und das Ganglion nodosum.

Denken wir uns die Spinalganglienzellen weiter in die Peripherie gerückt und schließlich in die Epidermis eingetreten, so liegen Verhältnisse vor, wie sie bei manchen Wirbellosen vorkommen. Bei Lumbricus sind, wie v. Lenhossék zeigte, solche Zellen als Sinnesnervenzellen in die Haut eingeschaltet. Bei anderen Wirbellosen liegen die entsprechenden Sinneszellen in größerer Tiefe und stellen so eine Verbindungsbrücke zu den Spinalganglienzellen dar (Retzius). Auch das weitere Verhalten ist ähnlich. Der zentrale Zellfortsatz (Neurit) strebt zum Bauchstrange, dringt in denselben ein und zerfällt wie bei den Wirbeltieren in einen auf- und absteigenden Ast, um früher oder später frei zu endigen (Fig. 77). Neben den in der Epidermis von Lumbricus vorhandenen Lenhossékschen Nervenzellen kommt jedoch, wie Al. Smirnow 1894 nachgewiesen und Retzius bestätigt hat, eine freie Nervenendigung vor. Auch im Epithel der Mundhöhle und des Oesophagus von Lumbricus ist diese doppelte Nervenendigung vorhanden (Fig. 78). Die freien interepithelialen Endigungen haben wahrscheinlich eine andere physiologische Bedeutung. Im Darmepithel fehlt die zellulare Nervenendigung, es ist hier nur die freie allein vorhanden

(Smirnow). Wie die der freien Endigung zugehörigen Nervenfasern in den zentralen Ganglien sich verhalten, ist leider nicht bekannt, doch hängen sie dort oder auf dem Wege dahin sicher mit Nervenzellen zusammen.

Welche Bedeutung den Spinalganglienzellen in bezug auf die Leitung von peripheren Empfindungsreizen zukommt, läßt sich schwer sagen; wahrscheinlich wird die Leitung eine Modifikation erfahren; hieran denkt man um so eher, wenn die Spinalganglienzelle gewissermaßen als ein terminaler Apparat aufgefaßt wird. Eine Umgehung der Zellen von seiten der Reizleitung und ein Überspringen der Erregung von einem auf den anderen Ast an dem Punkte der Teilung der Nervenfaser, mit Ausschaltung der Zelle, ist für Wirbellose durch Bethe experimentell nachgewiesen; trotzdem wird wohl in der Regel die ganze verbundene Strecke, mit Einschluß der Zelle, der Übertragung der Erregung zu dienen haben. Das Ergebnis wäre eine Verlängerung und eine Steigerung der Erregung. Es läge in dem Stamme des Ranvierschen T also eine merkwürdige Einrichtung der numerischen und zeitlichen Summation der Erregung vor. Den Abschluß der Erregung bildete die sich unmittelbar anschließende Übertragung durch den Zellkörper selbst. Man muß hierbei daran denken, daß der Stamm des T eine unmittelbare Fortsetzung des Zellkörpers ist; die eine Längshälfte dieses Stammes wird der zentripetalen, die andere der zentrifugalen

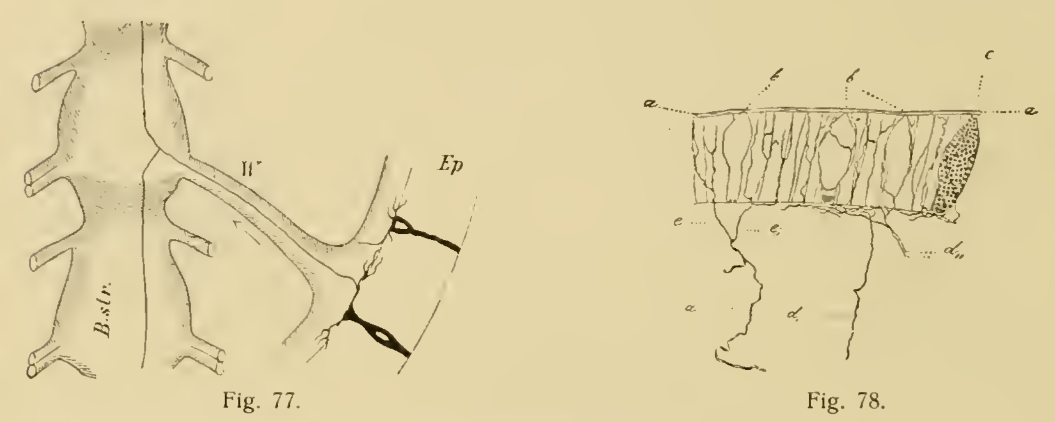


Fig. 77. Fig. 78.

Fig. 77. **Die zellulare Endigung sensibler Nerven des Regenwurmes, halbschematisch.** (v. Lenhossék.) *Ep* Epidermis (Hypodermis aut.) mit sensiblen Sinnesnervenzellen; *W* Nervenwurzel; *B.str.* Bauchstrang mit Bifurkation und Endigung der sensiblen Faser.

Fig. 78. **Freie Nervenendigung in der Epidermis des Regenwurmes.** (Al. Smirnow.) *a* Cuticula epidermalis; *b* Schleimzellen; *c* körnige Drüsenzellen; *d, d', d''* Nervenfasern zum subepithelialen Plexus; *e'* direkt in das Epithel tretende, frei endigende Nervenfaser.

Leitung dienen. Erwiesen ist ferner (seit Waller 1852) die trophische Bedeutung der Spinalganglienzellen für die von ihr abgehenden Fasern. Durchschneidung der hinteren Wurzel zwischen Ganglion und Mark hat Degeneration des zentralen Stumpfes zur Folge, die sich weit in das Mark hinein erstreckt. Durchtrennung der peripheren sensiblen Nerven führt zum Untergang des peripheren Stumpfes, während die Fasern des zentralen Stumpfes unversehrt bleiben. Für den Bestand der sensiblen Fasern ist also ihre Verbindung mit den Spinalganglienzellen unerläßliche Bedingung.

Einen merkwürdigen Bestandteil der Spinalganglien bilden von Cajal nachgewiesene sympathische Nervenfasern. Sie gelangen durch den Ramus communicans des Spinalnerven an jenen Platz und bilden innerhalb der Bindegewebskapsel der Zellen ein perizelluläres Geflecht. Siehe unten, Spinalganglien und Sympathicus.

β. Die Vordersäulenzellen der hinteren Wurzeln.

In der Vordersäule sind, bis jetzt allerdings erst beim Hühnchen, Zellen nachgewiesen, die deutlich der motorischen Gruppe angehören und ihren starken Neuriten durch die Hintersäule in die hintere Wurzel und durch das Spinalganglion treten lassen; mit den Spinalganglienzellen treten sie nicht in Verbindung, sondern stellen „durchtretende Fasern“ des Ganglion dar, während die zahlreichen anderen unterbrochen werden. Wohin sie gelangen, ist zweifelhaft, vielleicht zum Sym-

pathicus (v. Kölliker). Fasern der Hinterwurzeln, die von der Vordersäule zu den Hinterwurzeln ziehen, wurden zuerst von v. Bechterew, später v. Cajal aufgefunden; v. Lenhossék zeigte darauf auch die zugehörigen Vordersäulenzellen.

Nach den Versuchen von G. Gabri kommen beim erwachsenen Hunde in den hinteren Wurzeln keine motorischen Elemente vor. Sowohl Durchschneidungs- und Degenerationsversuche als auch Reizungsversuche hatten dieses Ergebnis. (Arch. ital. Biol. T. 26, 1896).

2. Strangzellen, Cellulae funiculares. Fig. 74, 79, 81—83.

Allgemeines. Die Strangzellen sind Zellen vom Golgitypus I; sie entsenden ihren Neuriten in die Markstränge derselben Seite und der gekreuzten Seite. Letztere durchschreiten die vordere Kommissur (Fig. 79, 83). Sie bilden eine bestimmte Gruppe, die Kommissuren-Strangzellen, kurz auch oft Kommissurenzellen, Kommissurengruppe genannt und liegen im medialen Felde der Vordersäule. Andere Gruppen von Strangzellen sind diejenigen des Vorderstranges, Seitenstranges, Hinterstranges. Die letzteren sind die seltensten, die des Seitenstranges die häufigsten. Im ganzen stellen die Strangzellen weitaus das größte Kontingent von Nervenzellen der grauen Substanz dar, bilden gegenüber den hinteren Wurzelzellen Neuronen II. Ordnung und übernehmen zum Teil die Weiterleitung sensibler Empfindungsreize nach oben und nach unten; alle aber stellen bezüglich ihres Neuriten zentripetale Bahnen dar. Ihre Zellkörper haben durchschnittlich mittlere und kleinere Durchmesser; die Dendriten sind minder zahlreich, können aber ihre Äste weithin erstrecken. Der Neurit entspringt vom Zellkörper oder von einem Dendritenstämmchen, gelangt als Strangfaser in einen der bezeichneten Stränge und geht auf zweierlei Weise in die Längsfasern des Markes über: entweder durch einfache Umbiegung meist zentralwärts, oder unter T-förmiger Teilung; der eine, meist stärkere Teilungsast, schlägt aufsteigende, der andere absteigende Richtung ein (Fig. 81, d). Es gibt längere und kürzere Strangfasern, je nachdem sie sich über ein kürzeres oder ein längeres Stück des Rückenmarkes erstrecken. Die längsten sind wohl die Neuriten von den Zellen der Clarkeschen Säule, welche bis zum Kleinhirn reichen. Die Strangfaser ist oft ohne Seitenästchen, doch gibt es bei den einzelnen Gruppen in dieser Hinsicht gewisse Verschiedenheiten, denn die Strangzellen mit kurzer Strangfaser entsenden zahlreiche Kollateralen in die graue Substanz und endigen schließlich auch dort.

Die einzelnen Zellarten: α. Der Neurit der Kommissurengruppe zieht bogenförmig durch die vordere Kommissur zum Vorderstrange der anderen Seite. (Fig. 79.) Manchmal gehen feine Reiser, selten längere Äste während seines Verlaufes zur Kommissur von ihm ab und ziehen zurück in die graue Substanz. Ein Neurit kann seine Teilung früher als gewöhnlich vollziehen; der eine Ast macht den Weg zum gekreuzten Vorderstrange, der andere zum gleichseitigen Vorderstrange (Kombinationsformen von Cajal).

β. Die zahlreichen Strangzellen des Vorder-Seitenstranges haben ihre Hauptlagerstätte in dem zwischen beiden Säulen sich ausbreitenden Mittelfelde grauer Substanz, greifen von hier aber nach vorn und hinten über. Als Clarkesche Säulen bilden sie besondere Anhäufungen; eine minder scharf gesonderte Gruppe liegt in der Seitensäule. Dicht nebeneinanderliegende Strangzellen können ihren Neuriten nach sehr verschiedenen Richtungen entsenden; Kreuzungen verschiedener Neuriten sind daher keine Seltenheit. In der Mehrzahl bleibt der Neurit

ungeteilt, gibt aber meist Seitenästchen ab; in anderen Fällen teilt er sich noch in der grauen Substanz in zwei gleichwertige Äste. Letztere ziehen entweder zu den beiderseitigen Vordersträngen, oder der eine zieht zum Seitenstrange der gleichen, der andere zum Vorderstrange der anderen Seite; der eine zum Hinterstrange der gleichen, der andere zum Vorderstrange der gekreuzten Seite, oder die beiden Fortsätze treten auf der gleichen Seite in verschiedene Gebiete der weißen Substanz. Die meisten aller dieser Fasern nehmen aufsteigende Richtung. Bei einfach winkeliger Umbiegung des ungeteilten Neuriten ist ebenfalls die aufsteigende Richtung die vorherrschende. Bei T-förmiger Hauptteilung steigt der eine, meist längere Ast ebenfalls aufwärts, der andere kürzere abwärts.

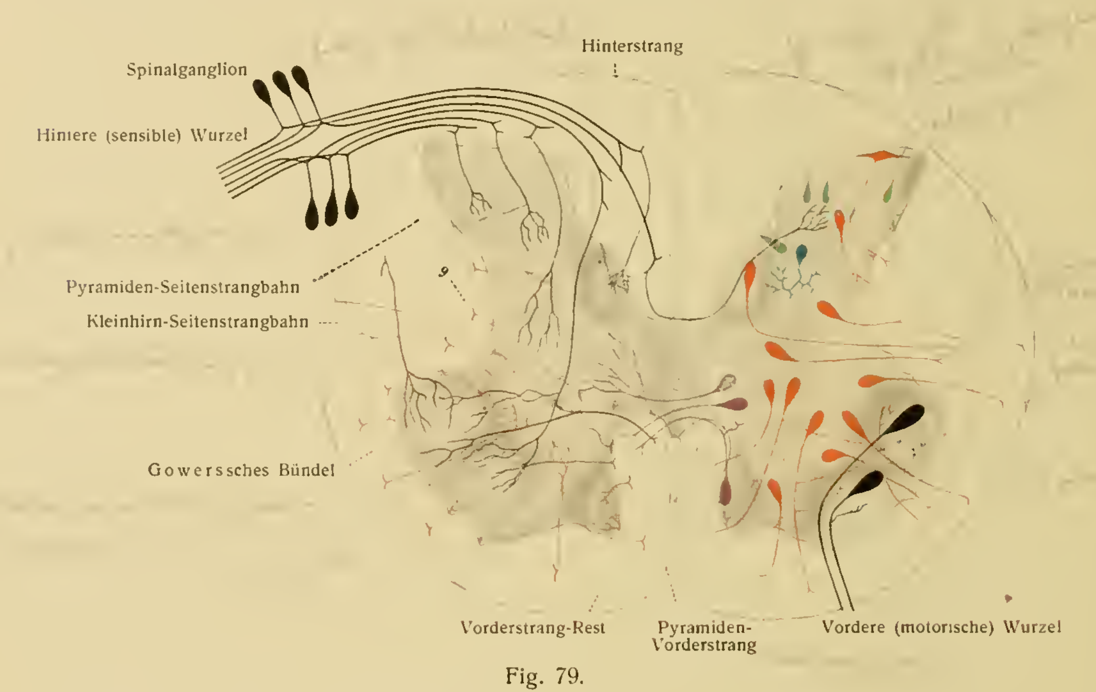


Fig. 79.

Schematische Darstellung des Rückenmarkbaues, links Kollateralen, rechts Nervenzellen. (v. Lenhossék.)

Rechts: Schwarz = motorische Zellen, mit Kollateralen an den Neuriten; rot = Vorderseitenstrangzellen, darunter auch je eine Zelle der Clarkeschen Säule und der Marginalzone der Rolandoschen Substanz; man beachte die ansehnlichen Kollateralzweige der Vorderstrangzellen; lila = Kommissurenzellen, eine „kurze" Zelle dieser Art schraffiert dargestellt; grün = Hinterstrangzellen, die kleinen stellen die Zellen der Rolandoschen Substanz dar; blau = Golgische Zelle Typus II; 9 Seitenstrangrest oder Seitenstrang-Grundbündel.

Links: Schwarz = Spinalganglienzellen, hintere Wurzeln, ihre Bifurkation und ihre in verschiedenen Gebieten der grauen Substanz endigenden Kollateralen, und zwar von links nach rechts: Endigung in der Hintersäule, in der Mittelzone der grauen Substanz, in der Vordersäule (Reflexkollateralen), in den Clarkeschen Säulen und in der gekreuzten Hintersäule hintere Kommissur; rot = Kollateralen der Vorderseitenstränge im allgemeinen; lila = Kollateralen der Kommissurenzellen-Neuriten; braun = Endigungsweise der Kollateralen der Pyramidenbahnen.

Die Zellen des Nucleus dorsalis (der Clarkeschen Säule) sind ebenfalls multipolar von wechselnder Größe und Form, und ausgezeichnet durch großen Dendritenreichtum und feinste Verästelung der Fasern. Ihr Nervenfortsatz, zuerst von Laura sicher nachgewiesen und trefflich abgebildet, verläßt die Zellen vorn oder seitlich, wendet sich darauf im Bogen lateralwärts, ohne Seitenäste abzugeben, und zieht in die Peripherie des Seitenstranges, in das sogenannte Kleinhirnseitenstrangfeld des Markquerschnittes (Fig. 86), um hierselbst aufzusteigen. Fasern, die zu dem Gollschen Strange ziehen, werden mehrfach angenommen, sind aber durch

die neuen Methoden nicht sicher nachgewiesen. Um die einzelnen Zellen verbreitet sich eine große Zahl von Endbäumchen der sensiblen Kollateralen (siehe unten), welche jede Zelle korbförmig umhüllen. Fig. 82.

In der Nähe der hinteren Kommissur, vor den Clarkeschen Säulen, werden manchmal kleine Zellen gefunden, die ihren Neuriten lateralwärts in den Seitenstrang entsenden, andere senden ihn in den Burdachschen Strang.

γ. Strangzellen des Hinterstranges geben ihren Neuriten in den Hinterstrang, woselbst sie zerstreut innerhalb des Gollschen und des Burdachschen Stranges verlaufen. In dichterer Anordnung füllen sie den Winkel zwischen den beiden Hintersäulen dorsal von der hinteren Kommissur aus und bilden so das Ventralfeld der Hinterstränge.

In der Zona postrolandica (oder Zonalschicht der Hintersäulen, Waldeyer) kommen Nervenzellen vor, Cellulae limitantes, s. Cellulae postrolandicae, deren Neurit die Substantia gelatinosa post. nach vorn durchsetzt, um bogenförmig in den Seitenstrang zu gelangen; oder der Neurit teilt sich, ein Faden zieht zum Seiten-, der andere zum Hinterstrange und geht in Längsrichtung über.

In der Substantia gelatinosa post. selbst gelegene Zellen, Cellulae rolandicae, senden ihren Neuriten, welcher Nebenästchen tragen kann, in das Gebiet der Zona terminalis. Andere Cellulae rolandicae haben mehr als einen Neuriten, welche alsdann in den Burdachschen Strang, oder in die genannte Randzone, oder in den Seitenstrang eintreten. Am seltensten sind Zellen der Hintersäulen, deren Neurit in den Gollschen Strang gelangt.

Zusammenfassung: Die Neuriten der Strangzellen gelangen also in das Grundbündel des Vorderstranges und in das Grundbündel des Seitenstranges. Die Neuriten der Zellen des Nucleus dorsalis gelangen in die peripherischen Teile des Seitenstranges und bilden dort eine geschlossene Bahn, die Kleinhirnseitenstrangbahn. Die Neuriten anderer Strangzellen bilden im Seitenstrange den Fasciculus anterolateralis (Gowerssches Bündel). Zellen der Substantia gelatinosa post. geben ihren Neuriten in das Grundbündel des Seitenstranges, in die Zona terminalis, in den Hinterstrang. Andere Zellen senden ihren Neuriten in den Hinterstrang, woselbst sie sowohl zerstreut verlaufen als auch in größerer Masse nebeneinander das Ventralfeld des Hinterstranges bilden.

3. Golgi-Zellen des II. Typus, Cellulae axi-ramificatae.

Sie sind Zellen des II. Golgischen Typus, werden auch einfach als Golgische Zellen bezeichnet. Der Neurit teilt sich in der Nähe seines Ursprunges in eine höchst feine Verästelung. Fig. 3.

Die meisten dieser Zellen liegen in der Hintersäule, an der medialen Seite der letzteren, andere lateral vom Zentralkanal; letztere schicken ihren Neuriten durch die vordere Kommissur in die graue Substanz der anderen Seite und verästeln sich hier. Es sind dies jene, welche hiernach sachlich Kommissurenzellen darstellen, eine besondere Gruppe derselben bildend, Cellulae commissurales axiramificatae. Verbleiben ihre Ausläufer in der grauen Substanz? Von jenen der Hintersäule liegen Beobachtungen vor, nach welchen längere Äste in den Burdachschen Strang zu gelangen scheinen. Zellen dieser Art würden Kombinationsformen zwischen Hinterstrangzellen und Golgischen Zellen des II. Typus darstellen.

B. Die vorderen und die hinteren Wurzeln.

1. Die vorderen Wurzeln, Radices anteriores. Fig. 37, 75, 79.

Die vorderen oder motorischen Wurzelfasern, Fila radicularia antt., sind die Neuriten der großen motorischen Vordersäulenzellen derselben Seite;

die Vordersäulenzellen der Gegenseite liefern hierzu keinen Beitrag; die vorderen Wurzelfasern haben also unilateralen, gleichseitigen Ursprung. Keine vordere Wurzelfaser geht aus den weißen Strängen des Rückenmarkes hervor. Die Ursprungskerne der motorischen Wurzeln sind also die gleichseitigen motorischen Vordersäulenzellen.

2. Die hinteren Wurzeln, Radices posteriores. Fig. 37, 74, 75, 79—81.

Der Verlauf der hinteren (sensiblen) Wurzelfasern, Fila radicularia postt., ist viel verwickelter. Sie treten mit quer auseinanderweichenden Fasermassen in den Burdachschen Strang ein und lassen im ganzen eine schwächere laterale und stärkere mediale Abteilung unterscheiden (Fig. 37). Die lateralen Fasern ordnen sich gleich hinter der Substantia gelatinosa post. zum Längsverlaufe; die am meisten lateral gelegenen bilden die Zona terminalis; die mächtigen medialen Bündel streben leicht bogenförmig medianwärts und verteilen sich teils in verschiedene Bezirke des Burdachschen Stranges, teils ziehen sie in die graue Substanz der Hintersäule.

Wie verhalten sich aber die einzelnen Nervenfasern der hinteren Wurzeln? Sie verhalten sich mit Ausnahme der wenigen Fasern, welche zu Vordersäulenzellen ziehen und aus deren Neuriten hervorgehen (s. S. 50, β), in folgender regelmäßiger Weise, die aus den Fig. 79, 80 leicht ersehen werden kann. Jede dieser Fasern teilt sich nach ihrem Eintritt in das Mark in zwei Äste, einen stärkeren aufsteigenden und einen schwächeren absteigenden; sie werden aufsteigende und absteigende Längsäste, Ramus ascendens, descendens der hinteren Wurzelfaser genannt. Die Höhen, bis zu welchen sie aufsteigen, sind verschieden; ein Teil dringt bis zur Medulla oblongata vor, andere stufenweise weniger hoch. Darnach unterscheidet man lange Fasern oder Bahnen und kurze Fasern oder Bahnen; die absteigenden haben nur kurzen Verlauf. Die zu einer Wurzel gehörigen liegen dicht nebeneinander, so daß bei Degenerationen ein abgegrenztes Areal sichtbar wird. Es hat die Form eines Komma und wird als Schultzesches Komma bezeichnet. Wie endigen erstere und letztere? Schon während des auf- und absteigenden Längsverlaufes werden in kurzen Abständen feine rechtwinkelig in die graue Substanz tretende Seitenästchen, Kollateralen, hier auch sensible Kollateralen genannt, abgegeben, wodurch die Faser allmählich schwächer wird. Zuletzt bleibt nur das Ende der oberen und der unteren Faser übrig, welches die terminale Kollaterale der Faser darstellt und sich ebenso verhält, wie die vorher abgegebenen Kollateralen, d. h. in die graue Substanz eintritt.[1]) Sogar von der noch ungeteilten Faser können einzelne Kollateralen abgehen. Innerhalb der grauen Substanz verhalten sich die Kollateralen übereinstimmend so, daß sie in ein zierliches, mehr oder minder dichtes Endbäumchen, Telodendron, ausstrahlen. Die letzten Enden der Telodendren übertragen in der eingangs geschilderten Weise ihre Erregung auf verschiedene Neuronen II. Ordnung. Das Bestreichungsgebiet eines sensiblen Neuron I. Ordnung ist folglich der Länge nach ein sehr ausgedehntes, zum Teil in einem Maße, daß es der physiologischen Forschung schwer wird, ohne weiteres anzuknüpfen.

---

[1]) Das Ende der terminalen Kollateralen ist unmittelbar nicht nachgewiesen, aber ein anderes Verhalten dürfte der ganzen Grundlage nach nicht möglich oder sehr unwahrscheinlich sein.

Der ganze Hinterstrang besteht, wie sich ferner ergibt, der überwiegenden Masse nach aus auf- und absteigenden Längsästen der hinteren Wurzelfasern; er enthält nur spärliche Faserbeimischung von Hinterstrangzellen. Der Gollsche Strang scheint ausschließlich lange Bahnen zu enthalten, während der Burdachsche Strang kurze und lange Bahnen einschließt.

Über die Höhen, bis zu welchen auf- und absteigende Bahnen vordringen, geben folgende Erfahrungen weiteren Aufschluß. Durchschneidung der hinteren Wurzeln oder der Hinterstränge am lebenden Tiere, oder bei dem Menschen entsprechende Erkrankungsformen jener Teile, wie sie durch Verwundung usw. vorkommen, haben eine aufsteigende Degeneration zur Folge, welche unter allmählicher Abnahme des degenerierten Querschnittanteiles bis zur Oblongata reichen kann. Burdachsche und Gollsche Stränge werden betroffen, zu ihnen gesellt sich noch eine viel unansehnlichere absteigende Degeneration. Die Abnahme in der Zahl der degenerierten Fasern nach oben und unten hin findet die Erklärung durch das Vorhandensein längerer und kürzerer Fasern.

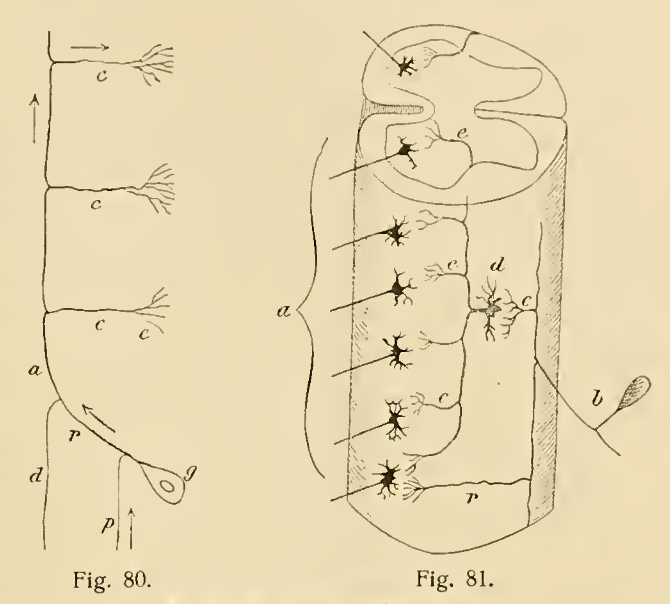


Fig. 80. **Bau eines sensiblen Neuron.**
g Spinalganglienzelle; *p* periphere Faser; *r* zentrale oder Wurzelfaser mit ihrer Gabelung in einen Ramus descendens (*d*) und Ramus ascendens (*a*); *c*, *c* die sensiblen Kollateralen mit ihren Endbäumchen (*e*), welche in die graue Substanz führen.

Fig. 81. **Ein Stück Rückenmark mit zahlreichen motorischen Neuronen** (*a*), **einem sensiblen Neuron** (*b*) **und einer Strangzelle** (*d*). (Nach Kölliker und Lenhossék, 1890.)
c Kollaterale am aufsteigenden Ast; *r* Kollaterale am absteigenden Ast des sensiblen Neuron *b*; *e*, *e*, *e* Kollateralen an dem absteigenden und dem aufsteigenden Ast der Strangzelle *d*.

Es wurde schon erwähnt, daß die Kollateralen in ihrem Verlauf alsbald in die graue Substanz gelangen. Bald durchbrechen sie einzeln, bald zu kleinen und größeren Bündeln geordnet meridianartig die Substantia gelatinosa posterior, in größeren Massen noch die mediale Seite der Hintersäule, um gegen die Clarkesche Säule und die Vordersäule zu ziehen.

Um welche Zellen befinden sich die sensiblen Endbäumchen gelagert? Sie finden sich fast über alle Punkte der grauen Substanz der gleichen Markhälfte zerstreut; ein kleiner Teil der sensiblen Kollateralen geht auf dem Wege der hinteren Kommissur zur Gegenseite, um in der Hintersäule in derselben Weise zu endigen. Am reichlichsten finden sich die Endbäumchen im Mittelteile der grauen Säulen. Die zahlreichen Nervenzellen der Hintersäulen werden von den feinsten Astsystemen dicht umgeben; besonders reichlich sind die Endbäumchen um die Zellen der Clarkeschen Säulen entwickelt. Fig. 79.

Eine besondere Beachtung erfordern jene sensiblen Kollateralen, welche zu den motorischen Vordersäulenzellen ziehen und an ihnen in Endbäumchen zer-

fallen. Es sind die Reflexkollateralen von Kölliker. Erregungsvorgänge in sensiblen Nervenfasern gehen durch jene direkt auf die motorischen Zellen und durch letztere auf die Muskeln über ohne in das Gehirn zu gelangen. Siehe Fig. 81, *r*.

Hier ist noch einer zweiten Möglichkeit der Übertragung peripherer zentripetaler Erregungen auf die motorischen Bahnen zu gedenken. Während die vorerwähnte Anordnung von Reflexkollateralen einen direkten Reflexbogen darstellt, sehen wir in Fig. 81 zugleich den indirekten Reflexbogen zur Anschauung gebracht. Er wird hervorgebracht durch Zwischenschiebung eines anderen Neuron, Reflexneuron, zwischen das sensible und das motorische Neuron. Jene Reflexneuronen sind nichts anderes als in der grauen Substanz liegende Strangzellen; eine solche (Fig. 81, d) entläßt einen Neuriten, der in die weiße Substanz gelangt und sich in eine auf- und absteigende Längsfaser spaltet. Von beiden gehen Kollateralen und je eine Endfaser (terminale Kollaterale) aus, welche die Erregung auf die motorischen Zellen übertragen. Die Reflexzelle selbst wird erregt durch eine Kollaterale der sensiblen Längsfaser.

Beachten wir die Gesamtverhältnisse der hinteren Wurzeln und vergleichen sie mit den vorderen, so ergibt sich, daß zwar die vorderen Wurzeln im Rückenmark ihre Ursprungskerne besitzen, nicht aber die hinteren. Die hinteren Wurzeln haben vielmehr nur so weit im Mark ihren Ursprungskern, als sie „durchtretende Fasern" besitzen, die in der Vordersäule entspringen. Alle übrigen Fasern der hinteren Wurzeln haben ihre Ursprungskerne in den Spinalganglien; im Rückenmark stoßen sie dagegen auf ihre Endkerne. Vordere und hintere Wurzeln bezeichnen also verschiedene Dinge; die hintere Wurzel ist, soweit sie zentripetale Fasern hat, bereits zentrale Bahn zum Endkerne, die vordere Wurzel dagegen ein Teil der peripheren Bahn.

C. Die Vorderstränge und die Seitenstränge. Fig. 82.

Wie die Hinterstränge massenhaft Kollateralen entwickeln und schließlich ganz in solche auslaufen, so ist es auch mit den Vorder- und Seitensträngen der Fall.

Alle Längsfasern des Vorder-Seitenstranges entsenden, wie Golgi und Cajal gezeigt haben, von Strecke zu Strecke feine Zweige, welche in die graue Substanz eindringen und mit einem Endbäumchen endigen. Diese umspinnen die mit der Weiterleitung betrauten Zellen oder gehen im Neuropilem auf.

An guten Längsschnitten werden keine längeren Fasern gesehen, die nicht Kollateralen entsenden. Mögen es kurze oder lange Bahnen sein, d. h. Bahnen, welche im Rückenmark entspringen und endigen, oder solche, welche im Rückenmark entspringen und hirnwärts ziehen, mögen es zentrifugal oder zentripetal leitende Bahnen sein, überall tritt die gleiche Erscheinung der Kollateralen entgegen. Nicht nur die Neuronen erster Ordnung also, die uns in den Spinalganglienzellen und sensiblen Wurzelfasern entgegentraten, vermögen Kollateralen zu entwickeln, sondern dieselbe Struktureigentümlichkeit kommt auch Neuronen höherer Ordnung zu. Der Einfluß von Längsfasern auf große Gebiete grauer Substanz ist folglich auch bei diesen vorhanden.

In der Anordnung und Verlaufsrichtung der Kollateralen des Vorder-Seitenstranges zeigen sich auf dem Markquerschnitt gewisse Besonderheiten.

Der Vorderstrang entsendet von seiner medialen, fissuralen Abteilung, dem sogenannten Fasciculus cerebrospinalis anterior, zahlreiche Kollateralen in die gleichseitige Vordersäule, welche an den motorischen Zellen dieser Säule perizellular endigen.

Der Übergang von Kollateralen der Pyramiden-Vorderstrangbahn zu den Vordersäulenzellen der gekreuzten Seite ist nach v. Lenhossék (1895) nicht vorhanden.

Zahlreiche Kollateralen des Vorderstranges kommen aus jener Abteilung desselben, welche lateral vom Fasciculus cerebrospinalis anterior gelegen ist. Sie erreichen die Kommissurengruppe, tiefer gelegene zentrale Zellen, auch die mediale motorische Gruppe. Zahlreiche Kollateralen entsendet ferner das Gowerssche Bündel in die Gegend der motorischen Zellgruppen und an die Zellen der Seiten-

säule. Von allen Feldern des Vorder-Seitenstranges ist es die der lateralen Einbuchtung der grauen Säule entsprechende große Abteilung des Seitenstranges, nämlich dessen Grundbündel, ferner der Fasciculus cerebrospinalis lateralis und das Kleinhirnseitenstrangfeld, aus welchen die Einstrahlung von Kollateralen in die graue Substanz sich am reichlichsten vollzieht. Die Einstrahlung ist teils eine diffuse, teils eine bündelartige: Die Kollateralen des Fasciculus cerebrospinalis lateralis treten zu den motorischen Zellgruppen; diejenigen des Grundbündels zu

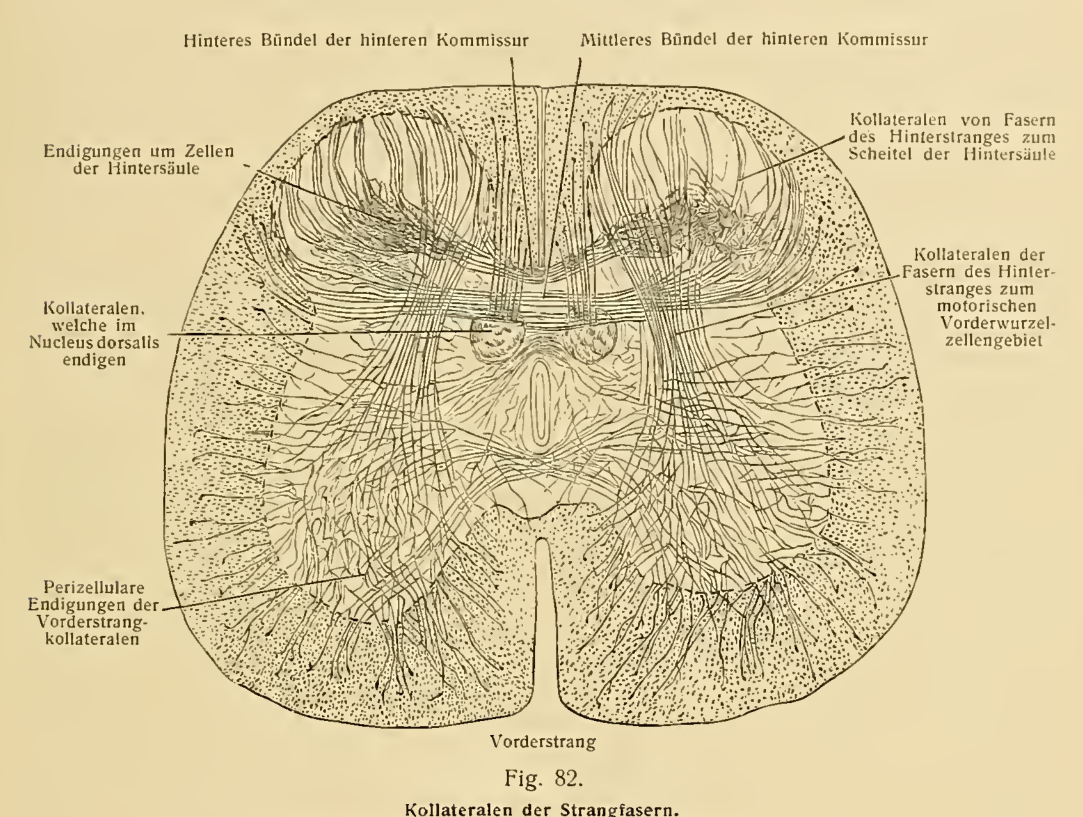


Fig. 82.
Kollateralen der Strangfasern.
Querschnitt durch das Rückenmark eines neugeborenen Kindes. (Cajal.)

Zellen der Vordersäule, Hintersäule und des Mittelgebietes; die der Kleinhirnseitenstrangbahn zu Zellen des lateralen Mittelgebietes. Fig. 79, 82.

Physiologisches.

Die vorderen Wurzeln enthalten außer den myomotorischen Fasern auch Vasomotoren (Pflüger) und Nerven für Schweißsekretion (Vulpian und Adamkiewicz).

Auch die hinteren Wurzeln enthalten vasomotorisehe Fasern, neben den sensiblen usw. (Steiner, Brown-Séquard, Stricker).

Ch. Bell hat die myomotorische Funktion der vorderen Wurzeln nachgewiesen, Magendie aber die Sensibilität der hinteren Wurzeln, sowie die „rückläufige" Sensibilität in den vorderen Wurzeln (siehe unten).

D. Zahlenverhältnis der Fasern der Nervenwurzeln und des Markmantels.

Man hatte in früherer Zeit, als eingehendere Untersuchungen über den Faserverlauf und den Bauplan des Rückenmarkes noch fehlten, annehmen zu dürfen geglaubt, daß alle Nervenwurzelfasern innerhalb der weißen Stränge des Rückenmarkes nach oben zum Gehirn verliefen. Es wurden

mühsame Querschnittsmessungen und Faserzählungen angestellt, welche über diese Verhältnisse entscheiden sollten. So maß Volkmann beim Pferde den Querschnitt der weißen Substanz in der Lendengegend (30. Nerv) zu 121, im obersten Halsmarke aber zu 109 qmm. Die Summe der Querschnitte aller Spinalnerven bei einer Schlange (Crotalus) übertraf nach seiner Berechnung die des Halsmarkes mindestens 11 mal. Bratsch und Ranchner zeigten durch Messungen, daß eine kontinuierliche Zunahme der weißen Substanz des Rückenmarkes von unten nach oben nicht stattfinde, daß ihr Querschnitt in der Lendenanschwellung etwas größer sei als im unteren Brustmark, in der Halsanschwellung etwas größer als im Gebiete des 2. Halsnerven; daß also in den Anschwellungen nicht nur eine Vermehrung der grauen, sondern auch der weißen Substanz stattfinde. Stilling fand den Flächeninhalt der Querschnitte aller Nervenwurzeln, wie schon vorher Kölliker, mehr als viermal so groß als denjenigen der weißen Substanz im oberen Teil des Rückenmarkes. Nun konnte aber eine Verschmälerung der Nervenfasern im Rückenmark stattfinden und das Ergebnis der Flächenmessung illusorisch machen. Stilling betrat daher den Weg der Zählung der Nervenfasern in den Nervenwurzeln und im Mark. Er fand, daß

die vorderen Spinalnervenwurzeln	zusammen	303 265 Fasern
die hinteren „	dagegen	504 473 „
enthielten, was eine Summe von		807 738 Fasern

ergibt. Die weiße Substanz aber hatte im Gebiete des zweiten Halsnerven nur 401 694 Fasern. So viel traten ungefähr zur Medulla oblongata und, da diese bereits ein Gehirnteil ist, zum Gehirn über. Wie viele davon Wurzelfasern seien, konnte man freilich nicht wissen; man hatte aber damit erkannt, daß jedenfalls nicht alle Wurzelfasern zum Gehirn gelangen. Beurteilt man die Ergebnisse der Zählung im Lichte unserer gegenwärtigen Erfahrungen über den Faserverlauf und den Bauplan des Rückenmarkes, so sinkt ihr Wert für die Aufhellung des Faserverlaufes fast zu nichts zusammen. Dagegen bleibt den Zahlenangaben über die Menge der in den Nervenwurzeln enthaltenen Fasern für alle Zeit eine hohe Bedeutung.

Nicht wie viele Fasern des Markmantels im ganzen zum Gehirn übertreten, ist gegenwärtig die Frage, sondern wie viele von jeder langen und kurzen Bahn, und zu welchen Hirn- und Rückenmarksteilen sie gelangen; das Ideal ist, von jedem einzelnen Neuron volle Kenntnis nach allen Seiten hin zu besitzen.

E. Übersicht des Gesamt-Aufbaues des Rückenmarkes.

Der Zentralkanal verläuft ungefähr in der Längsaxe des Rückenmarkes; er liegt etwa in der Mitte des Querschnittbildes. Die ihn auskleidenden zylindrischen Ependymzellen senden einen Haarbüschel, die Ependymhärchen, in den Kanal, ihren großen peripheren Fortsatz aber wahrscheinlich bis zur Markperipherie. Die den Zentralkanal und die Körper der Ependymzellen zunächst umgebende Zone grauer Substanz, die Substantia gelatinosa centralis, bildet mit dem Zentralkanal den zentralen Ependymfaden des Markes. Ihre Neurogliazellen sind reich verzweigt, die feine Verzweigung konzentrisch um den Zentralkanal geordnet. In ihrem Gebiete kommen nur spärliche Kommissuren- und Strangzellen vor.

Die Commissura anterior alba besteht aus einer großen Anzahl sich kreuzender markhaltiger Neuriten. Diese stammen 1. von Zellen der hinteren medialen Gruppe der Vordersäulenzellen, welche wir als Kommissurenzellen kennen gelernt haben (Fig. 79, 83). Die Neuriten dieser Zellen ziehen teils zur grauen, teils zur weißen Substanz der Gegenseite, und zwar zum Vorderstrang und zum Seitenstrang. 2. Andere Neuriten dieser Kommissur stammen von Zellen in der Wurzel der Hintersäule, diese ziehen zum Gowersschen Bündel der anderen Seite.

3. Zweifelhaft sind Kollateralen von Fasern des Pyramiden-Vorderstranges, welche zu motorischen Vordersäulen-Zellen der anderen Seite ziehen sollen.

Vom Zentralkanal zur vorderen Fissur erstreckt sich der vordere Ependymkeil, als Gebilde der vorderen Ependymzellen; ferner entsenden stark verästelte

Neurogliazellen viele büschelförmige Zweige durch die vordere Kommissur und bilden dadurch die Commissura ant. grisea.

Die markhaltigen Fasern der Commissura post. des menschlichen Markes sind sensible Kollateralen, die dem vorderen Teil des Burdachschen Stranges entstammen, medial an der Clarkeschen Säule vorbeiziehen, die Mittellinie überschreiten und in der Hintersäule der anderen Seite ihre Endbäumchen entwickeln. Fig. 79.

Von den Zellengruppen der Vordersäule enthalten die beiden vorderen und die laterale hintere Gruppe motorische Zellen, und heißen deshalb Ursprungskerne der vorderen Nervenwurzeln; sie enthalten auch die spärlichen Ursprungszellen der durchtretenden Fasern der hinteren Wurzeln. Die mediale hintere Gruppe enthält wesentlich Kommissurenzellen. Die zentrale Gruppe enthält Strangzellen, deren Neuriten zum Vorderstrang und zum Seitenstrang ziehen. Die Nervenzellen sind von einem dichten Nervenfilze umgeben, welcher von reichverzweigten Dendriten, den etwa vorhandenen Seitenzweigen (Kollateralen) der Neuriten, sowie von überaus zahlreichen Kollateralen der Stränge und von ihren Endbäumchen gebildet wird. Die bezüglichen Kollateralen werden geliefert von den Grundbündeln des Vorder- und Seitenstranges, von den besonderen Bündeln des Vorder- und Seitenstranges, von dem Hinterstrange (Reflexkollateralen). Die Vordersäule wird ferner durchzogen von den Anfangsteilen der motorischen Wurzelfasern, den Neuriten der in ihr gelegenen Strangzellen, den peripheren Fortsätzen von Ependymzellen, dem verwickelten Neurogliagerüst, zahlreichen Blutgefäßen und Lymphbahnen.

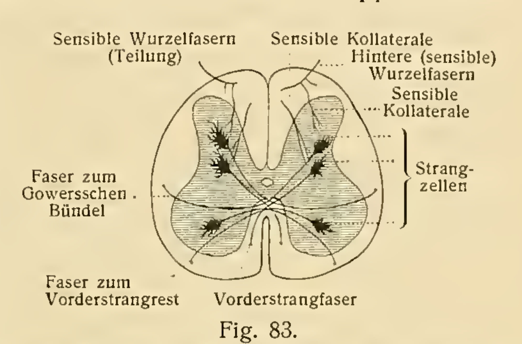


Fig. 83.

Ursprung und Verlauf von Fasern der Commissura alba anterior.

Verlauf einiger sensibler Kollateralen. (Nach Kölliker.)

Zwischen dem hinteren Rande (Basis) der Vordersäule und dem vorderen Rande (Basis) der Hintersäule ist das Mittelfeld der grauen Säule gelegen. Dasselbe enthält vor allem zahlreiche Strangzellen, einzelne Kommissurenzellen; ferner ansehnliche Bündel von Kollateralen des Seiten- und Hinterstranges, sowie im Brustlendenteile Neuritenbündel der Clarkeschen Säulen.

Die Seitensäule enthält als Hauptbestandteil Strangzellen.

Auch in der Formatio reticularis kommen vereinzelte Strangzellen vor.

Der Nucleus dorsalis (Clarkesche Säule) enthält zahlreiche große Ganglienzellen und eine große Menge sensibler Kollateralen aus dem Burdachschen Strang (Fig. 79). Die Neuriten seiner Ganglienzellen ziehen quer durch die graue Substanz und den Seitenstrang, und bilden den kranialwärts ziehenden Kleinhirn-Seitenstrang. Fig. 86.

Die Zellen der Hintersäule liegen meist einzeln. Die Mehrzahl sind Seitenstrang-, ein kleinerer Teil Hinterstrangzellen; dazu kommen im medialen Gebiet der Basis der Hintersäule Golgische Zellen des Typus II (Cellulae axiramificatae) vor. Massenhaft sind Kollateralen in der Hintersäule vorhanden, insbesondere Hinterstrangkollateralen, aber auch solche des Seitenstranges. Die Hintersäule wird ferner durchzogen von den starken Neuriten der durchtretenden Fasern.

Die in der weißen Substanz des Rückenmarks vorhandenen Faserarten, Bahnen, Stränge, kann man in zwei große Gruppen einteilen, in lange Bahnen und kurze Bahnen.

Die langen Bahnen verlaufen durch die ganze Länge des Rückenmarks und reichen bis zum Gehirn.

Die kurzen Bahnen verlaufen über längere oder kürzere Strecken des Rückenmarks, aber nicht durch den größten Teil oder die ganze Länge. Kurze Bahnen des Cervikalmarkes ziehen zur Medulla oblongata und umgekehrt reichen in das Cervikalmark auch kurze Bahnen aus dem Gehirn hinein.

Wenn man das Verhältnis der langen und kurzen Bahnen durch ein Beispiel erläutern will, so scheint es passend, sie mit Telephonleitungen zu vergleichen. Die kürzesten Bahnen (Strangzellen) können mit Leitungen verglichen werden, welche die Räume eines Hauses miteinander in Verbindung setzen. Längere Züge der kurzen Bahnen würden den Stadtleitungen entsprechen, welche die einzelnen Häuser und durch Vermittlung der Hausleitungen alle einzelnen Räume verschiedener Häuser miteinander zu verbinden ermöglichen. Die langen Bahnen sind Kabeln vergleichbar, welche die Städte miteinander verbinden und zusammen mit den Stadt- und Hausleitungen die Verbindung zweier beliebiger Räume miteinander ermöglichen.

Eine andere Einteilung der Faserarten, welche sich nicht ganz mit der zuerst genannten deckt, ist folgende; man unterscheidet:

a) Absteigende Fasern, die im Gehirn ihre Ursprungszellen besitzen: 1. Fasciculus cerebrospinalis ant. (pyramidalis ant.), Pyramiden-Vorderstrang-Bahn; 2. Fasciculus cerebrospinalis lat. (pyramidalis lat.), Pyramiden-Seitenstrang-Bahn; 3. Tractus rubrospinalis, Monakows Bündel; 4. Tractus tectospinalis; 5. Tractus vestibulospinalis; 6. Fasciculus longitudinalis medialis, mediales (hinteres) Längsbündel.

b) Aufsteigende Fasern, welche in den Spinalganglien ihre Ursprungszellen besitzen und teilweise zum Gehirn ziehen: 1. Funiculus post., Hinterstrang mit Gollschem und Burdachschem Strange.

c) Auf- und absteigende Strangzellenbahnen; sie finden teils schon im Rückenmark ihr Ende, teils im Gehirn. Die langen, aus ihren Neuriten gebildeten Bahnen sind: 1. Fasciculus cerebellospinalis, Kleinhirn-Seitenstrang-Bahn (Flechsig); 2. Fasciculus anterolateralis superficialis, Gowerssches Bündel; 3. Tractus spinothalamicus (Edinger); 4. Tractus spinoolivaris (Bechterew) oder Hellwegs Dreikantenbahn; 5. Tractus cervicolumbalis dorsalis (Flechsig). Die kurzen Strangzellenfasern bilden den Rest des Vorderstranges, den Rest des Seitenstranges und das ventrale Feld der Hinterstränge.

Von Ursprung, Verlauf und Ende aller dieser Bahnen soll im Folgenden die Rede sein. Diejenigen Teile dieser Bahnen, welche nicht dem Rückenmark angehören, können hier natürlich nur ganz kurz genannt werden; sie finden an entsprechender Stelle weiter unten eingehendere Behandlung.

a) Absteigende Bahnen.

1. Fasciculus cerebrospinalis ant. (pyramidalis ant.), Pyramiden-Vorderstrang-Bahn. Sie besteht ebenso wie die Pyramiden-Seitenstrang-Bahn aus den Neuriten der großen Pyramidenzellen eines bestimmten Bezirkes der vorderen Zentralwindung der Hirnrinde (Fig. 85). In der Medulla oblongata bilden diese Neuriten die sogenannten Pyramiden. Ein Teil der Fasern zieht durch die Pyramidenkreuzung in den Seitenstrang der anderen Seite als Pyramiden-Seiten-

strang-Bahn, ein anderer Teil verläuft ungekreuzt kaudalwärts als Pyramiden-Vorderstrang-Bahn. Fig. 84, *pv*.

Letztere bildet beim Menschen die der vorderen Medianfissur anliegenden Teile der Vorderstränge und wird lateralwärts vom Sulcus intermedius anterior abgegrenzt. Im Absteigen allmählich abnehmend, erreicht sie an der Lendenanschwellung ihr Ende. Die Kollateralen und Endäste ihrer Fasern ziehen zu den motorischen Vordersäulen-Zellen ihrer Seite und übermitteln diesen die Erregung (Fig. 79). Ob auch Fasern durch die vordere Kommissur zu den entsprechenden Zellen der anderen Seite gelangen, ist, wie schon (S. 56) gesagt, nicht sicher.

2. Fasciculus cerebrospinalis lateralis (pyramidalis lat.), Pyramiden-Seitenstrang-Bahn (Fig. 84, *ps*). Sie erstreckt sich von der Pyramidenkreuzung in der Medulla oblongata bis zum unteren Ende der Lendenanschwellung (N. sacralis III—IV), wobei sie beständig und besonders an den Anschwellungen im Querschnitte abnimmt. Die Abnahme findet dadurch statt, daß die einzelnen

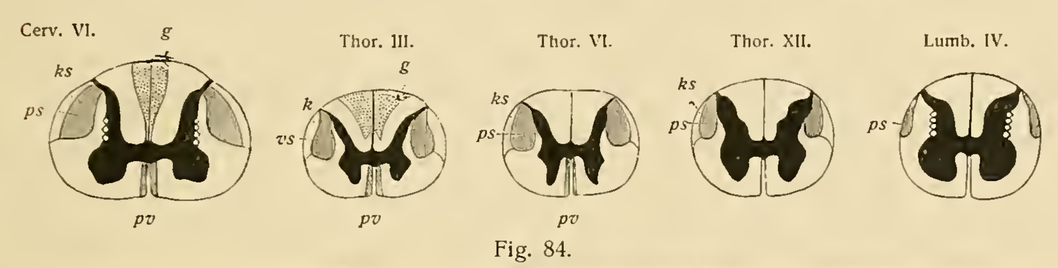


Fig. 84.

Lage der Pyramiden-Vorderstrang-Bahn (*pv*), der Pyramiden-Seitenstrang-Bahn (*ps*), der Kleinhirn-Seitenstrang-Bahn (*ks*), des Gollschen Stranges (*g*) in verschiedenen Höhen des Rückenmarkes. (P. Flechsig.) Schematisch.

Fasern in verschiedenen Segmenten des Rückenmarkes ihr Ende erreichen. Die Kollateralen und Endäste gehen zu den motorischen Vordersäulen-Zellen ihrer Seite. Fig. 79, 85, 86.

Die Pyramiden-Seitenstrang-Bahn nimmt auf dem Querschnitt des oberen Brustmarkes ein ovales oder leicht eckiges Feld im hinteren Drittel des Seitenstranges ein, welches mit seinem hinteren Ende die gelatinöse Substanz und die Spitze der Hintersäule erreicht, von dem Basalteil der Hintersäule aber, sowie von der Oberfläche des Markes durch andere Fasermassen getrennt wird. Von der Mitte des Brustmarkes abwärts erreicht das Feld die Oberfläche. In der Höhe des I. Halsnerven erreicht es die laterale Fläche der grauen Substanz, befindet sich also im Bereich des Processus reticularis. Fig. 79, 84, 86.

Die Pyramidenbahnen können, wie schon A. Kölliker wußte, bei Tieren anders verlaufen. Was die Lage der Pyramidenbahnen im Hinterstrange betrifft, so gibt Th. Ziehen (Anat. Anz. XVI, 1899) folgende Zusammenstellung des Situs:

1. Ratte, Maus, Eichhorn, Murmeltier: ventrale Kuppe des Hinterstranges medial vom Angulus internus; 2. Pseudochirus, Phascolarctus (A. Kölliker): Nische des Hinterstranges zwischen Angulus internus und externus; 3. Schaf: frei im Burdachschen Strange.

3. Tractus rubrospinalis, Monakows Bündel (Fig. 86). Es liegt ventral von der Pyramiden-Seitenstrang-Bahn und innerhalb derselben. Seine Fasern entspringen im Nucleus ruber und sind bis zum Lumbalmark verfolgt worden. Es wird kaudalwärts allmählich schwächer.

4. Tractus tectospinalis. Seine Fasern kommen aus der Vierhügelgegend und ziehen (Edinger) gekreuzt und ungekreuzt zum Rückenmark, wo sie im Vorder-Seitenstrange liegen.

5. Tractus vestibulospinalis (Fig. 86). Seine Fasern entspringen aus dem Deitersschen Kern und verlaufen im Vorderstrange des Rückenmarks.

Es ist noch nicht bekannt, in welchen Teilen der grauen Substanz des Rückenmarks die Fasern der Bahnen 3—5 endigen. Es ist jedoch zu vermuten, daß sie zu den motorischen Vordersäulenzellen ziehen.

6. Fasciculus longitudinalis medialis, mediales (hinteres) Längsbündel (Fig. 86). Es enthält aufsteigende und absteigende Fasern, beginnt im Thalamus mit einem besonderen Kern, erhält auch zahlreiche Fasern aus dem Deitersschen Kern und liegt im Bereich des Rückenmarks im Vorderstrang.

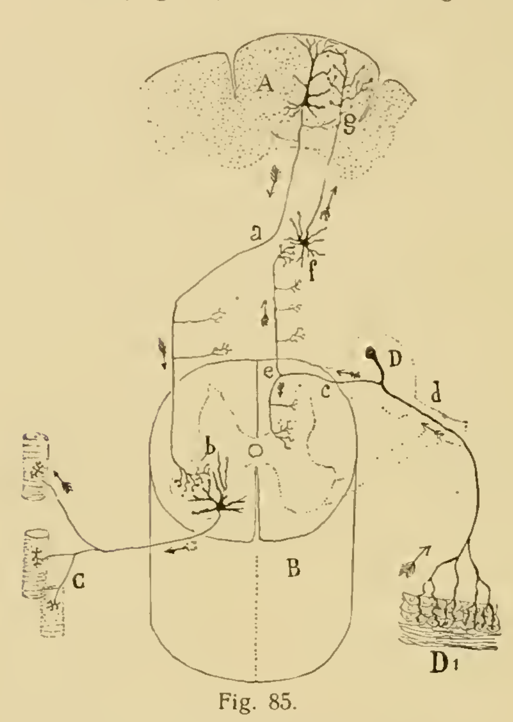


Fig. 85.

Verlauf der motorischen Pyramiden-Seitenstrang-Bahn und der (sensiblen) Hinterstrangbahn.

A psychomotorische Region (Gyrus centralis ant.) der grauen Rinde des Großhirns; *B* Rückenmark; *C* Muskelfasern; *D* Spinalganglion; *D'* Haut.

Der Neurit (*a*) einer Pyramidenzelle der Großhirnrinde zieht in den Seitenstrang; er gibt einige Kollateralen ab und sendet seinen Endast (bei *b*) zu einer motorischen Vordersäulen-Zelle, deren Neurit die Muskelfasern (*C*) innerviert. Die Nervenendigungen des sensiblen Neuron liegen in der Haut (D_1). Die Nervenfaser zieht im Nerven (*d*) zur Spinalganglienzelle im Ganglion D. Von letzterer geht aus die hintere Wurzelfaser (*c*), welche zum Hinterstrang des Rückenmarkes zieht. Hier teilt sie sich in einen aufsteigenden und in einen absteigenden Ast. Beide geben während ihres Verlaufes Kollateralen zur grauen Substanz. Der Endast endigt bei *f* (im Nucl. fasciculi gracilis), woselbst ein neues Neuron die Weiterleitung übernimmt und die Erregung zur Großhirnrinde leitet, woselbst das Endbäumchen (*g*) die Weiterleitung auf die Pyramidenzellen besorgt. (Cajal.)

b) Aufsteigende Bahnen, welche in den Spinalganglienzellen entspringen.

1. Funiculus posterior, Hinterstrang. Er besteht zum größten Teil aus den Neuriten der (sensiblen) Spinalganglienzellen, welche als hintere (sensible) Wurzeln in das Rückenmark eintreten.

Von den eingetretenen Fasern zieht der größere Teil medianwärts, ein mittlerer Teil zieht direkt zur grauen Substanz der Hintersäule, der laterale Teil geht über in die Zona terminalis (Fig. 79, 86). Der Teil des Burdachschen Stranges, in welchen die Wurzelfasern eintreten, heißt Wurzeleintrittszone.

Jede der eingetretenen Wurzelfasern teilt sich innerhalb der weißen Substanz in einen (kürzeren) absteigenden und einen (längeren) aufsteigenden Ast. Fig. 79—81.

Die absteigenden Äste der Fasern einer Wurzel liegen dicht nebeneinander und bilden so ein zusammengehöriges Bündel, welches auf dem Querschnitt kommaförmig aussieht und Schultzesches Komma genannt wird. — Es ist nur bei Degenerationen darzustellen. — Die aufsteigenden Äste verlaufen über verschieden große Strecken kranialwärts und endigen nach kürzerem oder längerem Verlauf. Die längsten von ihnen reichen bis zur Medulla oblongata, woselbst sie im Nucleus fasciculi gracilis und cuneati aufhören.

Während des kranialwärts gerichteten Verlaufes werden die langen der aufsteigenden Äste durch die eintretenden hinteren Wurzeln allmählich medianwärts gegen das Septum posterius gedrängt; so entsteht nach verbreiteter Ansicht der Gollsche Strang.

Derselbe enthält die langen (sensiblen) Bahnen aus dem kaudalen Teil des Rückenmarks ungefähr bis zum vierten Thorakalsegment, d. h. also aus der

unteren Rumpfhälfte, und führt sie zum Nucleus fasciculi gracilis der Medulla oblongata.

Der Burdachsche Strang enthält in seinem ganzen Verlauf lange und kurze (sensible) Fasern gemischt. Sein cervikaler Teil führt die langen und die kurzen Fasern der oberen Rumpfhälfte zum Nucleus fasciculi cuneati der Medulla oblongata.

Von beiden Ästen, aufsteigendem und absteigendem, gehen Kollateralen und Endäste in die graue Substanz des Rückenmarks, und endigen dort an den verschiedensten Stellen derselben und der gekreuzten Seite. Sie ziehen zu den moto-

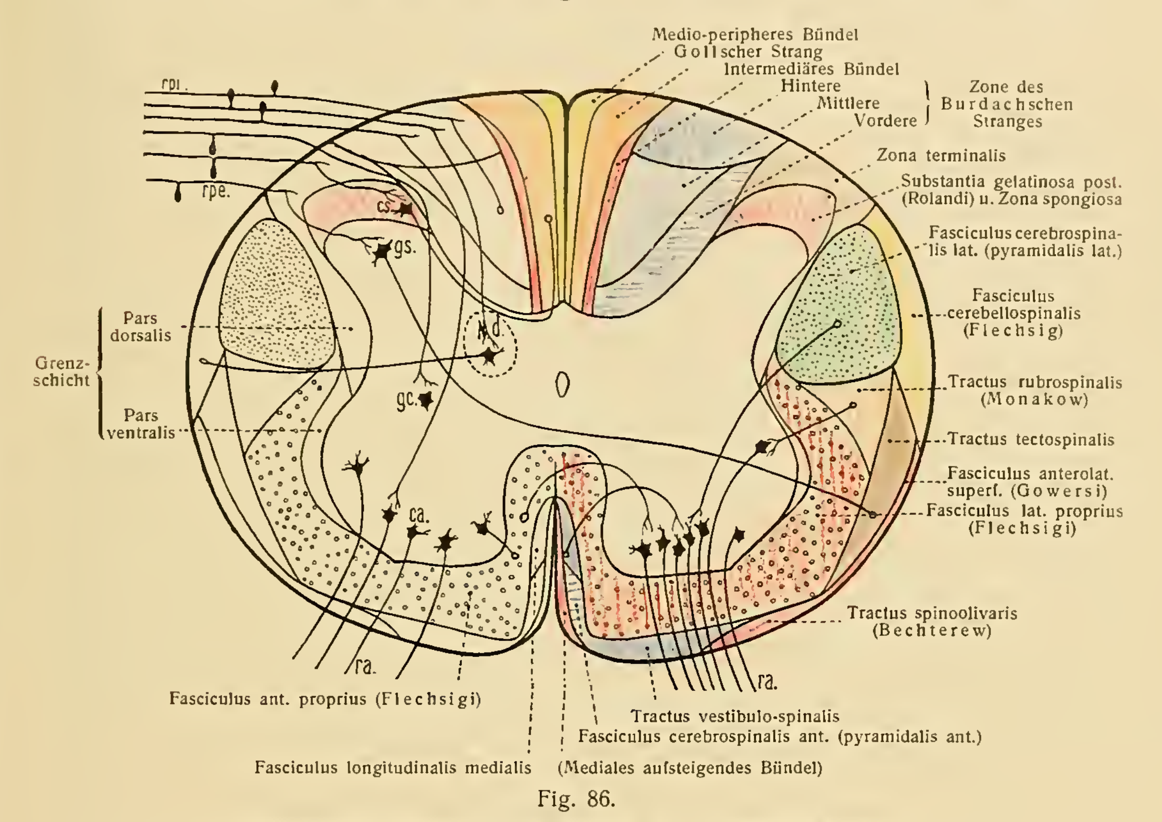


Fig. 86.

Rückenmarksquerschnitt mit den Bezirken der verschiedenen Bahnen.
Ursprung und Endigung von einem Teil der Bahnen ist ebenfalls angegeben. (Bechterew.)

ca Vordersäulenzelle; *cs* Zelle in der Substantia gelatinosa post. (Rolandi); *gc* Mittelzelle; *gs* Hintersäulenzelle; *N. d* Nucleus dorsalis (Clarkesche Säule); *ra* vordere Wurzelfasern; *rpi* innere hintere Wurzelfasern; *rpe* äußere hintere Wurzelfasern. (Bechterew.)

rischen Vordersäulen-Zellen, zu den Zellen der Clarkeschen Säule und zu dem Heer der Strangzellen. Fig. 79, 81, 86.

c) Auf- und absteigende Strangzellenbahnen.

1. Fasciculus cerebellospinalis (Flechsig), Kleinhirn-Seitenstrang-Bahn (Fig. 79, 86). Sie besteht aus den Neuriten der Zellen des Nucleus dorsalis (der Clarkeschen Säule), welche in querer Richtung zur peripherischen Zone des Seitenstranges ziehen, dort kranialwärts umbiegen und zu einem Bündel vereinigt zur Medulla oblongata und (durch Vermittlung des Corpus restiforme) zum Wurm des Kleinhirns ziehen. Die Fasern entsenden während ihres Verlaufes Kollateralen zur grauen Substanz. Fig. 79.

Die Kleinhirn-Seitenstrang-Bahn entsteht im Bereich des II. oder III. Lumbalsegmentes, denn die Clarkesche Säule reicht, wie wir gesehen haben, nicht weiter kaudalwärts. Kranialwärts wird die Bahn durch Aufnahme neuer Fasern fortdauernd stärker.

Sie bildet eine schmale periphere Zone des Seitenstranges, lateral von der Pyramiden-Seitenstrang-Bahn und reicht von der Zona terminalis ungefähr bis zur Abgangsstelle des Lig. denticulatum. Fig. 37, 86.

2. Fasciculus anterolateralis superficialis, Gowerssches Bündel. Es bildet als schmales, im Querschnitt halbmond- oder kommaförmiges Bündel einen Teil der peripherischen Zone des Seitenstranges, ventral von der Kleinhirn-Seitenstrang-Bahn. Fig. 37, 79, 86.

Seine Fasern sind die Neuriten von Strangzellen aus der Vordersäule und dem Mittelteil der grauen Substanz (Fig. 79, 83, 86). Sie gelangen entweder ungekreuzt oder gekreuzt unter Überschreitung der Commissura ant. zu der genannten Stelle des Seitenstranges. Dort biegen sie kranialwärts um und ziehen unter andauerndem Zuwachs durch neu hinzutretende Fasern durch Medulla oblongata, Pons und Brachia conjunctiva zum Wurm des Kleinhirns.

3. Tractus spinothalamicus (Edinger) ist ein Zug, dessen Fasern aus Zellen der Hintersäule stammen und durch die vordere Kommissur zum Seitenstrang der gekreuzten Seite medial vom Gowersschen Bündel gelangen. Dort biegen sie in kraniale Richtung um und verlaufen durch Medulla oblongata und Pons zum Thalamus.

4. Tractus spinotectalis sind Fasern, welche zusammen mit dem Tractus spinothalamicus verlaufen, jedoch im Vierhügelgebiet endigen.

Die unter 1—4 genannten Bündel sind sensible Neuronen II. Ordnung. Sie empfangen den Reiz von den hinteren Wurzelfasern und leiten ihn zum Kleinhirn, Thalamus und den Vierhügeln.

5. Tractus spinoolivaris (Bechterew) (oder Hellwegsche Dreikantenbahn) ist ein Zug an der Peripherie des Vorderstranges, welcher vom III. Cervikalsegment an nachgewiesen ist und zur seitlichen Umgrenzung des Nucleus olivaris inf. zieht. Fig. 86.

6. Tractus cervicolumbalis dorsalis (Flechsig). Er besteht im oberen Cervikalmark aus zerstreuten Fasern, welche weiter kaudal einen dünnen Saum an der Peripherie der Hinterstränge bilden, im Sakralmark neben dem Septum post. auf jeder Seite ein halbovales Feld einnehmen. Er endigt in der grauen Substanz des Conus medullaris; der Ursprung ist noch nicht bekannt.

I. Das Gehirn. Encephalon.

1. Form und Lage.

Das Gehirn, der umfangreiche kraniale Teil des Medullarrohres, ruht, von denselben drei Häuten umgeben, welche das Rückenmark bekleiden, innerhalb des Neurocranium und besitzt im allgemeinen die Gestalt der Schädelhöhle.

Die Ausfüllung der Schädelhöhle durch das Gehirn ist eine weit vollständigere, als die des Wirbelkanals durch das Rückenmark. Nur an gewissen Stellen sind die Spalträume zwischen den beiden inneren Hirnhäuten weiter, an den meisten Stellen aber klein oder nur kapillar. Im ganzen liegt daher das Gehirn der Innenwand des Hirnschädels so nahe an, daß nicht nur dessen Gesamtform wiederholt wird, sondern daß auch zahlreiche Besonderheiten der Hirnoberfläche sich an jener Innenwand ausprägen. Ein Ausguß der Schädelhöhle gibt die Hirnform nur um ein kleines vergrößert bis zu einem gewissen Grade wieder; es kann also von einem vorliegenden Schädel auf die Form des zugehörigen Gehirns zurückgeschlossen werden. So wird es möglich, Formen von Gehirnen miteinander vergleichen zu können, die gar nicht mehr vorhanden sind, längst vergangene Gehirne unter sich und mit gegenwärtigen, gegenwärtige untereinander, ohne daß man sie besitzt. Dies gilt nicht allein vom Menschen, sondern auch von zahlreichen Gliedern der Tierwelt; auf Grund dieses Verhältnisses haben sich wichtige Tatsachen auf paläontologischem Gebiet feststellen lassen. Andererseits ist daran zu erinnern, daß die Anlagerung des Gehirns an die

Schädelwand, ferner deren im Verhältnis zur Wirbelsäule geringere Stärke, sowie ihre schwächere Bedeckung mit Weichteilen leichter eine Verletzung des Gehirns durch äußere Einwirkungen ermöglichen, als es bei dem Rückenmark der Fall ist.

Entsprechend den Varietäten der Schädelform nähert sich das menschliche Gehirn bald mehr der Kugelgestalt, bald mehr dem langgestreckten Ellipsoide. In beiden Fällen ist seine Grund- oder ventrale Fläche, Basis encephali, abgeplattet, die dorsale Facies convexa cerebri gewölbt; auch am Rückenmark zeigte sich ventrale Abplattung, stärkere dorsale Wölbung. Der sagittale Durchmesser (die Länge) des Gehirns beträgt etwa 160—170 mm, der größte quere 140, der größte vertikale 125 mm. Das weibliche Gehirn ist durchschnittlich etwas kürzer.

2. Allgemeine Übersicht des Gehirns.

An der dorsalen Oberfläche des Gehirns zeigt ein tiefgehender medianer Einschnitt, die Mantelspalte, Fissura longitudinalis cerebri, eine Teilung in zwei symmetrische Hälften, die beiden Hemisphären des Endhirns an; jede Hälfte wird von vielen Furchen, Sulci, durchzogen und in entsprechende Windungen, Gyri, zerlegt. Fig. 87.

Viel verwickelter ist die Oberflächengestaltung der Basis encephali.

Während bei der Rückenbetrachtung des Gesamthirns (Fig. 92) der das Rückenmark zunächst aufnehmende Teil gar nicht gesehen wird, tritt er bei ventraler Betrachtung (Fig. 96) als ein kegelförmiger Körper von 25 mm Länge zutage, welcher fast unmerklich aus dem Rückenmark hervorgeht, an seinem kranialen Ende aber scharf begrenzt ist; man nennt diesen Körper Medulla oblongata; er läßt eine Menge von Besonderheiten erkennen, welche später zu betrachten sein werden. Am rostralen Ende der Oblongata liegt ein breiter, vorn und hinten scharf gerandeter Querwulst von markweißer Farbe, die Brücke, Pons, deren seitliche Enden in das Kleinhirn eintreten.

Vom Kleinhirn, Cerebellum, ist nur die untere Fläche seiner beiden Seitenhälften, der sogenannten Hemisphären des Kleinhirns, sichtbar, während der Mittelteil des Kleinhirns von der Oblongata verdeckt wird. Die Oberfläche der Kleinhirnhemisphären zeigt graue Farbe und ist in schmale Windungen gegliedert.

Am rostralen Rande der Brücke treten, als wären sie verstärkte Fortsetzungen der Oblongata, seitlich von der Mittellinie zwei mächtige, weiße Stränge hervor, welche in auseinanderweichender Richtung in das Gehirn eindringen und sich bald dem Blicke entziehen. Es sind die Großhirnstiele, Pedunculi cerebri. Sie werden, bevor sie in die Tiefe treten, quer überlagert je von einem schmalen Markbande, dem Sehstreifen, Tractus opticus. Die vorderen Enden der beiden Tractus optici verbinden sich bogenförmig miteinander zur Sehnervenkreuzung, Chiasma opticum, und lassen jenseits dieser Verbindung die beiden Sehnerven, Nervi optici, hervorgehen.

Zwischen dem rostralen Brückenrande und den medialen Rändern der Hirnstiele sinkt die Hirnbasis zu einem rhombischen Felde ein, welches vorn vom Chiasma opticum abgeschlossen wird. In diesem Felde treten mehrere Besonderheiten hervor, zunächst die beiden Markkügelchen, Corpora mamillaria welche dicht neben der Mittellinie ihren Platz haben und sich berühren. Die hinter

ihnen liegende dreieckige graue, von Gefäßlöchern durchsetzte Substanzplatte wird Substantia perforata posterior genannt. Vor den Markkügelchen erhebt sich der Boden in Form eines grauen Wulstes, Tuber cinereum, aus welchem ein 5 mm langer hohler Fortsatz, der Trichter, Infundibulum, hervorgeht. Wie eine Beere an ihrem Stiele, so sitzt an dem Trichter bei unversehrter Beschaffenheit des Gehirns der ansehnliche Hirnanhang, Hypophysis, welcher in der Sattelgrube des Keilbeinkörpers seine Lage hat.

Eine dünne, leicht einreißende Platte grauer Substanz, Lamina terminalis, erstreckt sich von dem vorderen Rande des Chiasma opticum nach oben. Sie legt sich der unteren Fläche des Gehirnbalkens, Corpus callosum, an, dessen vorderer ventraler Teil in der Tiefe der Mantelspalte des Gehirns, beim Auseinanderziehen der Stirnteile beider Hemisphären des Endhirns, sichtbar wird.

Jederseits von dem vorderen Ende des Tractus opticus befindet sich die graue, von vielen Gefäßlöchern durchsetzte Substantia perforata anterior. Die von ihr eingenommene Grube führt zwischen dem Stirn- und Schläfenlappen des Endhirnes in eine an der lateralen Hirnfläche weithin sich ausdehnende tiefe Spalte, Fissura cerebri lateralis (Sylvii). Vor der Substantia perforata anterior erhebt sich ein dreieckiges Feld, Trigonum olfactorium, welches sich in den schmalen Tractus olfactorius und in dessen vorderen Abschluß, den Riechkolben, Bulbus olfactorius, fortsetzt. Von der ventralen Fläche des letzteren gehen die bei der Herausnahme des Gehirnes aus der Schädelhöhle abreißenden Riechfäden, Nervi olfactorii, aus.

An verschiedenen Stellen der Hirnbasis sieht man die übrigen, noch nicht erwähnten Hirnnerven hervortreten und ihren Weg nehmen; auf sie ist erst später einzugehen. Hier aber ist noch hervorzuheben, daß das im Obigen beschriebene mittlere Gebiet der Hirnbasis vorn, seitlich und hinten sich umgeben zeigt von Furchen und Windungen tragenden basalen Teilen des Endhirnes.

Eine mediane Furche durchzieht den größten Teil der Basis des Gesamthirnes, nur einzelne Abschnitte überspringend. Diese Mittelfurche ist die unmittelbare Fortsetzung der Fissura mediana anterior des Rückenmarkes.

Bei seitlicher Betrachtung des Gehirnes werden noch zwei andere Fissuren sichtbar; eine, welche von hinten her zwischen Kleinhirn und Oblongata eindringt, Fissura transversa cerebelli; und eine zweite, welche ebenfalls von hinten her zwischen Groß- und Kleinhirn eindringt, Fissura transversa cerebri.

3. Einteilung des Gehirnes.

Nach Erlangung einer allgemeinen Übersicht der Gehirnform ist es erforderlich, von der wichtigen Tatsache Kenntnis zu nehmen, daß das Gehirn keinen einheitlichen Körper darstellt, sondern aus mehreren, zwar zusammenhängenden, aber sehr verschiedenartigen aufeinanderfolgenden Abteilungen besteht, welche nicht neuralen Segmenten entsprechen, sondern einem anderen Gliederungsprinzip ihr Dasein verdanken. Solcher Abteilungen gibt es auf entwicklungsgeschichtlicher Grundlage, welche von der vergleichenden Anatomie bestätigt wird, sechs. Es sind (siehe Fig. 87) die folgenden:

I. Endhirn oder Hemisphärenhirn, Telencephalon,

II. Zwischenhirn oder Sehhügelhirn, Diencephalon,

III. Mittelhirn oder Vierhügelhirn, Mesencephalon,
IV. Hirnenge, Isthmus,
V. Hinterhirn oder Brücke und Kleinhirn, Metencephalon,
VI. Nachhirn, Medulla oblongata, Myelencephalon.

I und II machen zusammen das Vorderhirn, Prosencephalon, aus;
IV, V und VI bilden zusammen das Rhombencephalon;
I, II und III stellen das Cerebrum, Großhirn, dar[1]).

Diese Abteilungen gehen schon in früher Embryonalzeit aus drei primitiven Erweiterungen des Medullarrohres hervor, den drei primären Gehirnbläschen, d. i. dem vorderen, mittleren und hinteren Gehirnbläschen, in der Weise, daß das vordere und das hintere primäre Hirnbläschen sich sekundär in zwei und drei Abteilungen gliedern.

In Fig. 87 sind fünf von diesen sechs Abteilungen in Seitenansicht erkennbar; nur die Abteilung II wird vom Endhirn verdeckt.

Bei dorsaler Ansicht des Gesamthirnes (Fig. 92) ist nur das Endhirn sichtbar; bei ventraler Ansicht dagegen liegen von allen Abteilungen mehr oder weniger ausgedehnte Gebiete frei. Fig. 96.



Fig. 87.
Schematische Darstellung des Gehirnes, von der rechten Seite aus gesehen. 1:3.
A Endhirn; *B* Kleinhirn; *C* Brücke; *D* Medulla oblongata; *a* Hirnschenkel; *b* Vierhügel; *c* Brückenarm des Kleinhirnes; *d* Corpus restiforme; *e* Fissura lateralis; *f* Stirnlappen; *g* Schläfenlappen; *h* Hinterhauptlappen.

4. Gewicht, Volum, Oberfläche.

Das spezifische Gewicht der grauen Substanz ist 1029—1039, das der weißen 1039—1043, das des gesamten Gehirnes 1035—1043.

Die graue Substanz macht 37,7 bis 39,0%, die weiße 61,0—62,3% des Endhirngewichtes aus. Etwa 6% der grauen fallen hiervon auf die Ganglien, 33% auf die Rinde. Zur Ermittelung der Gewichtsverhältnisse, in welchen graue und weiße Substanz das Gehirn zusammensetzen, benutzte Forster die Tatsache, daß die grauen Massen wasserreicher sind als die weißen.

Der Wassergehalt des erwachsenen Gehirns beträgt durchschnittlich 79%. Die graue Substanz hat gegen 85%, die weiße 70% Wassergehalt.

Die mittlere Dicke der grauen Substanz der Endhirnrinde ist 2,5 mm. Direkte Messungen der Endhirnoberfläche rühren von R. und H. Wagner her; sie fanden dieselbe zu 1867,72 bis 2195,88 qcm.

Messungen des gesamten Hirnvolums ergaben einen Durchschnittswert von 1330 ccm.

Das Gewicht des ganzen Gehirns, sowie einzelner Teile desselben ist der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen.

Als mittleres Gewicht für das Gehirn des erwachsenen Mannes ergibt sich in runder Summe 1375 g: des erwachsenen Weibes 1245 g. Als Minimalgewicht des weiblichen Gehirns wurden 800, des männlichen 960 g gefunden. Das Maximalgewicht ist etwas unsicher; es werden Gewichte von 1807, 1861, sogar von über 2000 g angegeben. Es versteht sich von selbst, daß zahlreiche weibliche Gehirne viele männliche an absolutem Hirngewicht übertreffen können. Doch zeigen nach Rüdinger schon die Hirngewichte Neugeborener eine Geschlechtsdifferenz.

Von wesentlichem Einfluß auf das Hirngewicht ist natürlich das Alter der untersuchten Individuen. Nach den Wägungen von R. Boyd wächst das mittlere Hirngewicht bis zum 7. Lebens-

[1]) Mit der oben gegebenen Einteilung (Basler anatomische Nomenklatur B. N. A.) streitet eine andere, ebenfalls embryologisch begründete, noch um den Vorrang. Siehe unten.

jahre rasch an und erreicht langsam gegen Ende des 20. Jahres in beiden Geschlechtern die für den Erwachsenen erwähnten Mittelzahlen. Vom 20.—50. Jahre pflegt das Gewicht stationär zu bleiben; von hier an tritt ein langsames Fallen ein, dessen Mittel im hohen Alter auf 1285 g beim Manne, 1130 g beim Weibe zurückgeht. Nach Weisbachs Wägungen ist das Hirngewicht am größten zwischen dem 20. und 30. Lebensjahre; von hier an erfolgt ein langsames, nach dem 50. Jahre ein rasches Abnehmen.

Bemerkenswert ist ferner der Einfluß der Kultur. Bei Kulturvölkern nimmt im Laufe der Zeiten die Gehirnmasse wahrscheinlich etwas zu (P. Broca, nach Messungen verschiedener Generationen der Pariser Bevölkerung aus verschiedenen Jahrhunderten). Von hoher Kulturstufe herabgesunkene Völker zeigen eine etwas geringere Schädelkapazität, als zur Zeit ihrer Kulturblüte (E. Schmidt, nach Messungen an Ägypterschädeln). Die Landbevölkerung hat ein etwas geringeres Hirngewicht als die Stadtbevölkerung (J. Ranke).

Ein Einfluß der Schädelform macht sich darin geltend, daß bei langköpfigen Völkerschaften das mittlere Hirngewicht etwas geringer ist als bei breitköpfigen.

Über den Einfluß der Rasse liegen mehrere Untersuchungen vor. Die kaukasische Rasse hat nach Davis ein mittleres Hirngewicht von 1335 g (1367 g Männer, 1206 g Weiber). Das Hirngewicht der Hindu ergab nur 1253 g für den Mann, 1133 g für das Weib. Ein hohes Hirngewicht bei kleiner Statur zeigen die Chinesen (1332 g). Dann folgen die Sandwich-Insulaner mit 1303 g, die Malaien mit 1266, die Indianer mit 1266 g, die Neger mit 1244 g, die Australier und Tasmanier mit 1185 g.

G. Retzius, Das Hirngewicht der Schweden. Biol. Untersuchungen IX, 1900. Die Mittelzahl von 450 männlichen schwedischen Gehirnen ist rund 1399; von 250 weiblichen = 1248.

Bei allen Völkern ist das mittlere Hirngewicht (wie die Körperlänge und das Gewicht) der Weiber etwas geringer; die Differenz steigt mit dem Grade der Kultur. Die geringsten Geschlechtsdifferenzen im Hirngewicht zeigen nach Davis die Neger und Australier.

Auch innerhalb der europäischen Völker sind erhebliche Unterschiede im Hirngewicht vorhanden. Nach Weisbach stehen die Deutschösterreicher mit 1314,5 g den Tschechen mit 1368,31, überhaupt den Slaven nach, ebenso den Magyaren. Die Italiener zeigen ein mittleres Hirngewicht von 1301,37 g. Nach Davis haben die Deutschen 1425, die Engländer 1346, die Franzosen 1280 g mittleres Hirngewicht.

Einen wichtigen Einfluß auf das Hirngewicht übt ferner das Körpergewicht aus. Bei schwereren Personen ist im allgemeinen ein schwereres Gehirn nachzuweisen. Andererseits läßt sich auch behaupten, daß leichtere Individuen ein relativ schwereres Gehirn besitzen als schwerere und umgekehrt. Das relative Hirngewicht ist daher auch bei Weibern etwas günstiger gestellt als bei Männern, bei jenen etwa $^1/_{45}$, bei diesen $^1/_{46}$ des Körpergewichts (Bischoff).

Auch die Körperlänge hat einen Einfluß. Mit Zunahme der Körperlänge ist durchschnittlich auch eine Zunahme des Hirngewichts verbunden. Aber kleinere Personen besitzen dennoch ein relativ schwereres Gehirn als große (Bischoff).

Der Schlüssel zu diesen scheinbaren Widersprüchen ist einmal darin zu finden, daß der Anspruch an die somatischen Funktionen des Gehirns nicht überall in geradem Verhältnis zur Körpermasse steht, sondern relativ um so größer ist, je geringer die Masse (A. Brand); sodann darin, daß das Gehirn nicht nur Zentralorgan für die somatischen Funktionen des Organismus ist, sondern auch für die psychischen. Die somatischen Anforderungen an das Gehirn können bei zwei Personen gleich oder verschieden sein; ebenso die psychischen. Hierfür gibt Bischoff ein anschauliches Beispiel an dem Gehirn des Hundes. Große und kleine Hunde haben ungefähr einen gleichen Grad von Intelligenz, obgleich ihre Hirne sehr verschieden groß und schwer sind; der somatische Anspruch ist bei ihnen ein verschiedener. Tiere mit gleichem Körpergewicht als der Mensch haben doch ein viel leichteres Gehirn als dieser; sein schweres Gehirn ist auf sein psychisches Übergewicht zu beziehen. Bedeutende Unterschiede im Hirngewicht verschiedener Menschen sind vorzugsweise auf Unterschiede der psychischen Anlagen zu beziehen. Je größer im Tierreich das Gehirn im Verhältnis zum Rückenmark ist, umsomehr ist es als Seelenorgan aufzufassen; und umgekehrt, je stärker das Rückenmark im Verhältnis zum Gehirn ist, umsomehr ist es somatisches Organ. Bei keinem Tier besteht ein solches Verhältnis wie bei dem Menschen (Bischoff). Dasselbe gilt auch von der geringen Stärke der Hirnnerven bei dem Menschen (Sömmering). Hiermit ist bereits der Einfluß der Intelligenz auf das Hirngewicht in Betracht gezogen.

Setzt man nach O. Snell (Bericht der Gesellschaft für Morphologie u. Physiologie in München VII, 1891) das Gewicht des ganzen Gehirns = 1, so beträgt das Gewicht der Endhirnhemisphären bei dem

Menschen	0,78	Maulwurf	0,56
Fuchs	0,686	Kaninchen	0,538
Hasen	0,567	Wiesel	0,522.

S. auch Weber, M., Vorstudien über das Hirngewicht der Säugetiere: in der Festschrift für Gegenbaur, Leipzig, W. Engelmann 1896.

Nach Zusammenstellungen verschiedener Autoren (R. Wagner, H. Welcker, C. Kupffer, Th. Bischoff, G. Retzius, Hansemann) über die Gehirne berühmter Männer und Frauen betrug das Hirngewicht von

	Alter	g		Alter	g
Cuvier (Anatom)	63	1861	Ch. Bischoff (Mediziner)	79	1452
Byron (Dichter)	36	1807	Melchior Meyr (Dichter)	61	1415
Dirichlet (Mathematiker)	54	1520	J. Huber (Philosoph)	49	1409
Fuchs (Mediziner)	52	1499	Fallmerayer (Historiker)	74	1349
Gauss (Mathematiker)	78	1492	J. v. Liebig (Chemiker)	70	1352
Dupuytren (Chirurg)	58	1437	Fr. Tiedemann (Physiolog)	79	1254
Hermann (Philologe)	51	1358	E. Harless (Physiolog)	40	1238
Hausmann (Mineraloge)	77	1226	Ignaz Döllinger (Physiolog)	71	1207
Schiller (Dichter)	46	1580 (berech.)**	Sonja Kowalewski (Mathematikerin)	41	ca. 1385
Dante (Dichter)	—	1420 „	H. Gyldén (Astronom)	55	1452
Kant (Philosoph)	82	1600 „	Bunsen (Chemiker)	88	1295*
Hermann (Nationalökonom)	73	1590	Mommsen (Historiker)	86	1425*
Pfeufer (Mediziner)	60	1488	Menzel (Kunstmaler)	89	1298†

* Starke Altersatrophie des Gehirns. — ** Nach dem durch Froriep untersuchten Schädel 1300 g.

† Ohne Pia und ohne Flüssigkeit gewogen, keine sichtbaren Altersveränderungen des Gehirns.

Die Mehrzahl der erwähnten Gehirne erhebt sich mehr oder weniger stark über das Durchschnittsmittel von 1375; einige bleiben unter ihm, wie es denn überhaupt feststeht, daß auch bei sehr intelligenten Menschen nicht allzu selten verhältnismäßig niedrige Hirngewichte vorkommen. Im allgemeinen aber glaubt man sich zu der auch im Volke weit verbreiteten Ansicht berechtigt, daß bei dem Menschen ein einigermaßen schweres Gehirn zu bedeutenderen psychischen Leistungen befähigt als ein leichteres. Ein auffallend unter dem Mittelgewicht stehendes, windungsarmes Gehirn wird keine bedeutenderen geistigen Leistungen erwarten lassen; es wird vielmehr in seinen Leistungen hinter der Durchschnittsleistung eher zurückbleiben. Ein schweres und windungsreiches Gehirn wird nicht notwendig während des Lebens bedeutende geistige Leistungen offenbaren, denn seine Anlagen können unentwickelt bleiben.

Zur weiteren Beurteilung dieser Verhältnisse ist ferner zu beachten, daß das Gehirn ein aus sechs hintereinander liegenden Abteilungen bestehender Körper ist, welche in Größe, Bau und Funktionen sehr weit voneinander verschieden sind, obwohl sie alle wesentlich aus Nervenzellen und Nervenfasern bestehen. Hieraus erhellt, daß eine Wägung des Gesamthirnes doch nur einen sehr unvollkommenen, beiläufigen und unsicheren Ausdruck für die psychische Leistungsfähigkeit darzustellen vermag. Die verschiedenen Abteilungen müssen nicht gleichmäßig miteinander an Größe und Gewicht zu- oder abnehmen, sondern es kann eine Abteilung vergrößert sein auf Kosten einer anderen. Bessere Aussicht auf Gewährung eines richtigeren Ausdruckes wird also gegeben sein mit der Wägung der einzelnen Teile des Gehirns, besonders derjenigen, an welche die höheren psychischen Funktionen vor allem gebunden sind, mit der Wägung der grauen Substanz des Endhirnes. Aber auch hier ist zu beachten, daß die einzelnen Gebiete der Endhirnrinde in ihren Funktionen sehr ungleich und in ihrer Größenentwicklung sehr verschieden sind.

Niemand wird ferner im Zweifel sein, daß nicht allein das Gewicht dieser grauen Massen entscheidend sein könne für die Funktion, sondern daß auch der feinere Bau und die chemischen Verhältnisse Berücksichtigung verdienen; hier können bedeutende individuelle usw. Verschiedenheiten sich ausprägen. „Eine Turmuhr", wie ein grober Vergleich lautet, „muß nicht notwendigerweise besser gehen als eine Taschenuhr."

Aber auch die Kehrseite ist zu beachten. Man wird nicht mit jenen übereinstimmen können, welche der Ansicht sind, daß eine Ameise oder ein Orang sehr wohl dazu befähigt seien, im stillen Walde Kubikwurzeln auszuziehen und über kosmogonische Probleme nachzudenken. Die Anhänger dieser Meinung, die nicht allzu selten sind, geben als Grund für dieselbe an, daß niemand wissen könne, was diese Tiere denken. Dieser Grund erinnert lebhaft an die Satire eines unserer Dichter, welcher den Affen, entsprechend dem Glauben der Eingeborenen, nachsagt, daß sie sehr wohl reden könnten, wenn sie wollten, daß sie aber zu klug seien, es zu zeigen. Denn wenn die Menschen in Erfahrung bringen würden, daß die Affen reden und alles ebenso gut besorgen könnten wie die Menschen, so würden sie gezwungen werden, ebensoviel zu arbeiten wie die Menschen, was den Affen aber nicht behage.

Gewichtsbestimmungen einzelner Hauptabschnitte des Gehirns hat schon Huschke vorgenommen; auch Weisbach führte zahlreiche Wägungen ähnlicher Art aus. Meynert trennte den Hirnstamm samt Streifenhügel vom Endhirn ab und bestimmte am Stammhirn wieder das Kleinhirn gesondert; er untersuchte ferner die Gewichte einzelner Abschnitte der Hemisphären; ebenso, in etwas verschiedener Abgrenzung der Abschnitte, Bischoff. Der erstere grenzte durch einen dem Sulcus centralis folgenden Schnitt den Stirnlappen, durch einen zweiten Schnitt, welcher den hinteren Ast der Fissura lateralis mit der Fissura parieto-occipitalis verbindet, den Scheitellappen von dem Hinterhaupt-Schläfenlappen ab. Der Stirnlappen wog bei Männern 214,06, bei Weibern 195,8; der Scheitellappen 123,55 und 108 g; der Hinterhaupt-Schläfenlappen 177,73 und 157,4 g.

Über Hirngewicht siehe ferner W. Braune, Archiv für Anat. und Phys. 1892; W. Krause, Internationale Monatsschrift 1888, Bd. V; sowie H. Vierordt, Anatomische Daten und Tabellen, 3. Aufl. 1906.

Auffallend selten sind Wägungen an kindlichen Gehirnen vorgenommen worden. In der gesamten Literatur finden sich nach Mies nicht mehr, als wenig über 2000 Fälle von Hirngewichtszahlen aus den beiden ersten Jahrzehnten des Lebensalters, und unter diesen nur 627 Einzelbestimmungen. Ihnen fügt neuerdings H. Pfister (Das Hirngewicht im Kindesalter, Archiv für Kinderheilkunde, Bd. 23, 1897) die Wägungen von 156 kindlichen Gehirnen aus dem Friedrich-Kinderkrankenhause in Berlin hinzu.

Nach Mies zeigt der neugeborene Mensch folgende Mittel:

Mädchen = 330 (329,99 g), Knabe = 340 (339,25 g).

Das weibliche Gehirn nimmt im Verlauf der weiteren Entwicklung um ca. 900 g zu (Endgewicht = 1230 g); das männliche um 1050 g (Endgewicht = 1400 g). Diese Zunahme erfolgt derart, daß die Gewichtsvermehrung um 300 bzw. 350 g (= erstes Drittel der Gesamtzunahme) im 9. Monate erreicht wird. Das zweite Drittel wird vom letzten Vierteljahre des 1. bis zum 2. Viertel des 3. Jahres gewonnen. Dann wächst das Gehirn immer langsamer weiter, um jedenfalls erst nach dem 2. Jahrzehnte sein Maximalgewicht zu erreichen. (Vgl. Fr. Merkel, Altersverschiedenheiten des Schädels, siehe Abt. II, S. 141.)

Was das gegenseitige Verhältnis von Hirn- und Körpergröße betrifft, so ist nach Mies zu konstatieren, daß vor dem Ende der Schwangerschaft mit zunehmendem Alter der Frucht immer weniger Körpergröße auf 1 g Hirn entfällt. Extrauterin nimmt die Körpergröße beim Kinde bis ins 2. und 3. Jahr langsamer zu als das Hirngewicht (bei Knaben länger dauernd als bei Mädchen). Vom 2. bzw. 3. Jahre ab findet ein stetiges Wachsen der Verhältniszahl zwischen Hirngewicht und Körpergröße bis zum Ende des 2. Jahrzehnts auf Kosten des Hirngewichts statt.

In den ersten 3 Monaten entspricht 1 g Hirn nicht ganz 6 g Körper (♀ = 5,96 g, ♂ = 5,92 g). In den ersten 7 Jahren vermehrt sich der 1 g Hirn entsprechende Körpergewichtsteil langsam nur um ♀ $4\frac{1}{2}$ bzw. ♂ $4\frac{1}{3}$ g (♀ = 10,46 g, ♂ = 10,28 g) Körpergewicht; von da ab jedoch bis zum Ende des 2. Jahrzehntes sehr schnell, noch fast um 25 Einheiten (♀ = 35,00, ♂ = 35,06 g) (zitiert nach Pfister).

Nach Erfahrungen von Pfister haben stark hyperämische Gehirne eine Gewichtsvermehrung, stark anämische einen Gewichtsverlust von 7,5 g vom Hundert erlitten. Im übrigen stimmen seine Ergebnisse gut mit den von Mies erhaltenen überein. Die weiblichen Mittelgewichte der kindlichen Gehirne halten sich stets etwas unter dem Mittelgewichte des Mannes. Der Unterschied beträgt beim Neugeborenen ca. 10 g, steigt jedoch im Laufe der Entwicklung weiter an. Was die Gewichte der beiden Hemisphären bei Kindern betrifft, findet nach Pfister eine mäßige Prävalenz der linken Hemisphäre statt, ohne daß man sexuellen oder Altersunterschieden einen

deutlichen Einfluß zuschreiben kann. Dagegen ist das absolute Kleinhirngewicht der Knaben durchschnittlich etwas größer als das der Mädchen.

Ergänzungen siehe in dem Abschnitt: Allgemeines über Hirnwindungen.

Chiarugi, G., Proposition d'une étude collective sur le poids de l'encephale chez les Italiens. Arch. ital. de Biol. XXXV, 1901. — Thudichum, L. W., Die chemische Konstitution des Gehirns des Menschen und der Tiere. Tübingen 1901. — Winkler, C., Das relative Gewicht der menschlichen Hirnwindungen; in „Petrus Camper" I, 1901. — Marchand, F., Über das Hirngewicht des Menschen. Abhandlungen der K. S. Ges. d. Wiss., math.-ph. Kl. XXVII, 1902; auszugsweise im Biol. Zentralbl. XXII, 1902. Gehirne unter 1250 sind als abnorm klein, solche über 1550 als abnorm groß zu bezeichnen (bei Männern). Wahrscheinlich ist bei der noch in der Breite der Norm liegenden Verschiedenheit des Hirngewichts von 300—350 g einer verschiedenen Ausbildung der Markmasse der Hauptanteil des Unterschiedes zuzuschreiben. — Über Gehirngewichte bekannter Personen und die betreffende Literatur siehe Dräseke, Arch. f. Rassen- und Ges. Biol. 1906. — Hansemann: Über die Gehirne von Mommsen, Bunsen, Menzel. Stuttgart 1907. — Waldeyer, Ergebnisse d. Anat. VIII, 1899.

5. Die einzelnen Gehirnabteilungen.

A. Das verlängerte Mark. Medulla oblongata.

Die Medulla oblongata hat die Form eines abgestumpften Kegels, dessen Basis der Brücke zugewendet ist, während das kaudale Ende in das Rückenmark übergeht.

Die kaudale Grenze ist durch die Austrittsstelle der oberen Wurzelbündel des 1. Cervikalnervenpaares, oder, auf der ventralen Fläche, durch das kaudale Ende der Pyramidenkreuzung gegeben. Als rostrale Grenze auf der dorsalen Fläche gelten die Striae medullares der Rautengrube. Ihre Länge beträgt 25, ihre untere Breite 10—11, die obere Breite 17—18 mm; die Dicke wächst aufwärts von 9 zu 15 mm.

Skeletotopisch erstreckt sie sich vom oberen Rande des Atlas bis zur Mitte des Clivus und liegt hier zwischen den Tubercula jugularia. Ihre Richtung ist demgemäß eine schräg aufsteigende; der veränderliche Neigungswinkel gegen den Horizont beträgt etwa 45°. Der Übergang in das Rückenmark kann sich in sanfter Weise, aber auch durch eine rasche, winklige Biegung vollziehen.

a) Furchen.

Die Fissura mediana anterior des Rückenmarks wird bei ihrem Übergange auf die Oblongata meist stark beeinflußt durch die Pyramidenkreuzung (Fig. 88, 89, 96). Letztere, Decussatio pyramidum, untere oder motorische Pyramidenkreuzung, ist 6—7 mm lang und liegt oberflächlicher oder tiefer: es bedarf immer des Auseinanderdrängens der beiden Seitenhälften, um sie gut zu sehen. Sie besteht darin, daß von jeder Seite 3—5 ansehnliche Kreuzungsbündel, die von den Pyramiden der Oblongata herabsteigen, unter spitzem Winkel die Medianlinie überschreiten, sich verschränken und in der Tiefe verschwinden. Sie treten hier durch die grauen Säulen in den Seitenstrang des Rückenmarks über und stellen dessen Fasciculus cerebrospinalis lateralis dar (Fig. 88, 89). In der Regel bleibt ein kleiner Teil der Pyramidenfasern der Oblongata, nämlich der laterale, ungekreuzt und setzt sich in den Fasciculus cerebrospinalis anterior des Rückenmarks fort.

Prägt sich die Kreuzung äußerlich nur schwach aus, so tritt die Medianfissur des Markes ununterbrochen, doch minder tief, auf die Oblongata über. Oft ist die Kreuzungsstelle nur an einer leichten Ausbiegung der Medianfissur kenntlich; in manchen Fällen ist letztere ganz unterbrochen; meist setzt sich die Fissur verflacht über die Kreuzungsstelle fort. Jenseits der letzteren, zwischen ihr und der Brücke, ist die Fissur von individuell wechselnder Tiefe. Dicht an der Brücke erweitert sie sich zu einem Grübchen, Foramen caecum. Fig. 95, 109.

Die Fissura mediana posterior der Oblongata wird alsbald abgeschlossen durch ein queres Markblättchen, Riegel, Obex (Fig. 114). Diese Stelle entspricht dem Übergange des Canalis centralis in den Ventriculus quartus.

Der Sulcus intermedius posterior tritt auf die Oblongata über, weicht im oberen Teile etwas zur Seite und verstreicht darauf.

Im Sulcus lateralis anterior der Oblongata treten die Wurzelbündel des XII. Hirnnerven (des Hypoglossus, Zungenfleischnerven) zur Oberfläche; der Zusammenhang mit der gleichnamigen Rückenmarksfurche kann durch starke Gürtelfasern, Fibrae arcuatae externae, unterbrochen sein. Fig. 90.

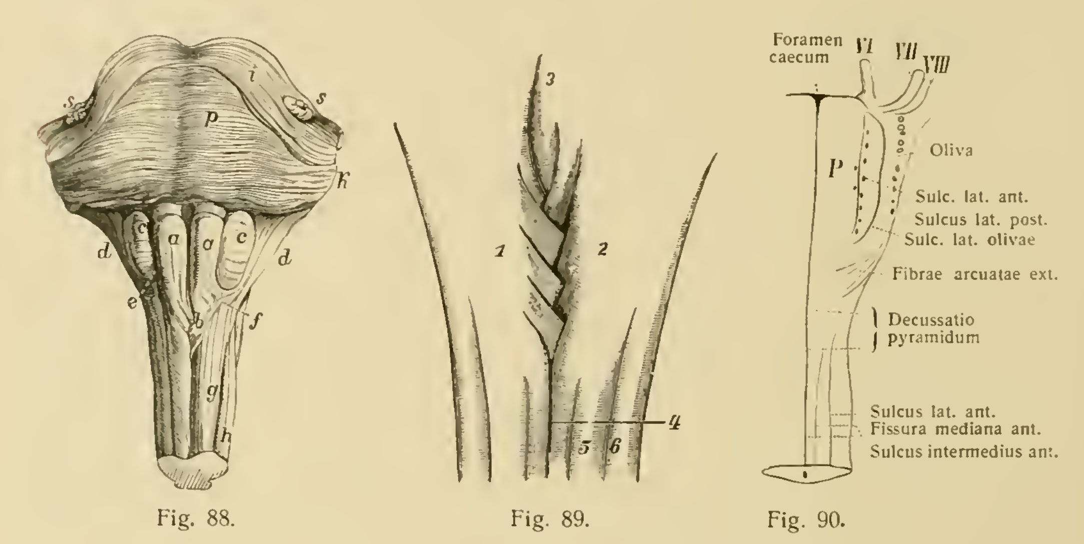


Fig. 88. Fig. 89. Fig. 90.

Fig. 88. **Ansicht der ventralen Fläche der Brücke und des verlängerten Markes.** *a*, *a* Pyramiden; *b* ihre Kreuzung; *c*, *c* Oliven; *d*, *d* Corpora restiformia; *e* und *f* Fibrae arcuatae; *g* Vorderstrang des Rückenmarkes; *h* Seitenstrang desselben; *p* Brücke; *i* schräge Brückenfasern. Bei *k* ist die Verbindung der Brückenarme mit dem Kleinhirne durchschnitten; *s*, *s* Austrittsstelle des Trigeminus. Das kraniale Ende der Pyramiden *a*, *a* ist hinter der Brücke von Querfasern bedeckt, die den Propons bilden.

Fig. 89. **Pyramidenkreuzung** (vergrößert).
Beide Seitenhälften sind in der Gegend der Pyramidenkreuzung etwas auseinandergedrängt. 1 rechte, 2 linke Seite der Kreuzungsstelle; 3—4 Fissura mediana anterior der Oblongata; 5 Sulcus intermedius anterior; 6 Sulcus lateralis anterior.

Fig. 90. **Linke Hälfte einer Medulla oblongata mit oberem Stück des Rückenmarkes** (die Medulla oblongata hat nur 25 mm Länge). Ventrale (vordere) Fläche. Die Nn. glossopharyngeus, vagus, accessorius, hypoglossus sind entfernt. *P* Pyramis; *VI* N. abducens; *VII* N. facialis; *VIII* N. acusticus.

Im Sulcus lateralis posterior der Oblongata treten in einer Längsreihe drei Hirnnerven aus: der IX. bis XI., oder N. glossopharyngeus, N. vagus, die oberen Bündel des N. accessorius = Accessorius vagi.

b) Stränge und Querfaserzüge.

Die Pyramide der Oblongata, Pyramis (medullae oblongatae) liegt zwischen der Fissura mediana anterior und dem Sulcus lateralis anterior, hat 5—6 mm Breite und darf nach dem über die Pyramidenkreuzung zuvor Gesagten nicht mit dem Vorderstrange des Rückenmarkes verwechselt werden.

Der Seitenstrang der Oblongata, Funiculus lateralis, zwischen dem Sulcus lateralis anterior und posterior gelegen, zeigt als Besonderheit eine ansehnliche, lang elliptische Erhabenheit, die Olive, Oliva, deren medialer Längsrand mit dem Sulcus lateralis anterior zusammenfällt. Sie ist 14 mm lang, 7 mm breit

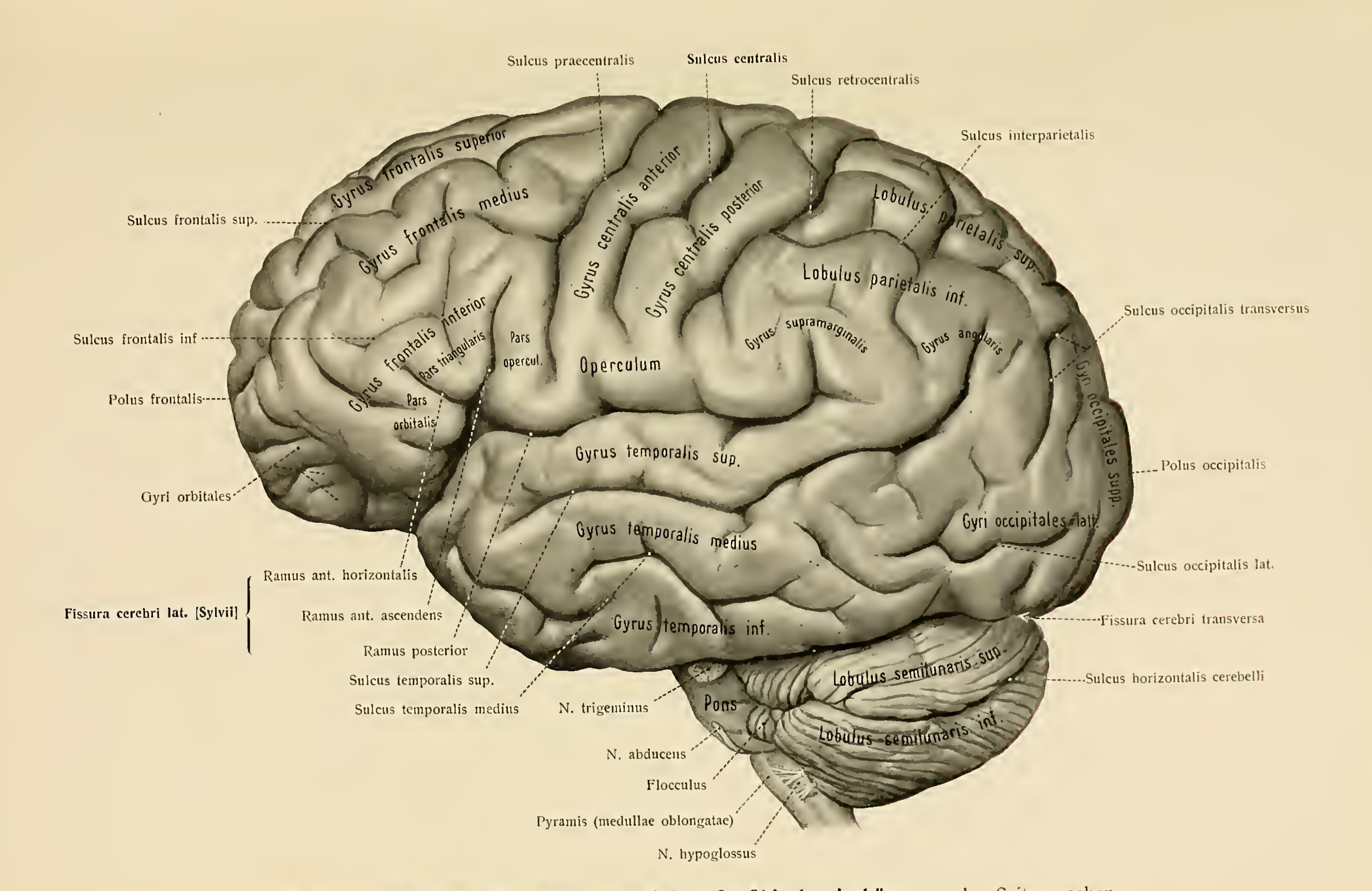


Fig. 91. Furchen und Windungen der linken Großhirnhemisphäre von der Seite gesehen.

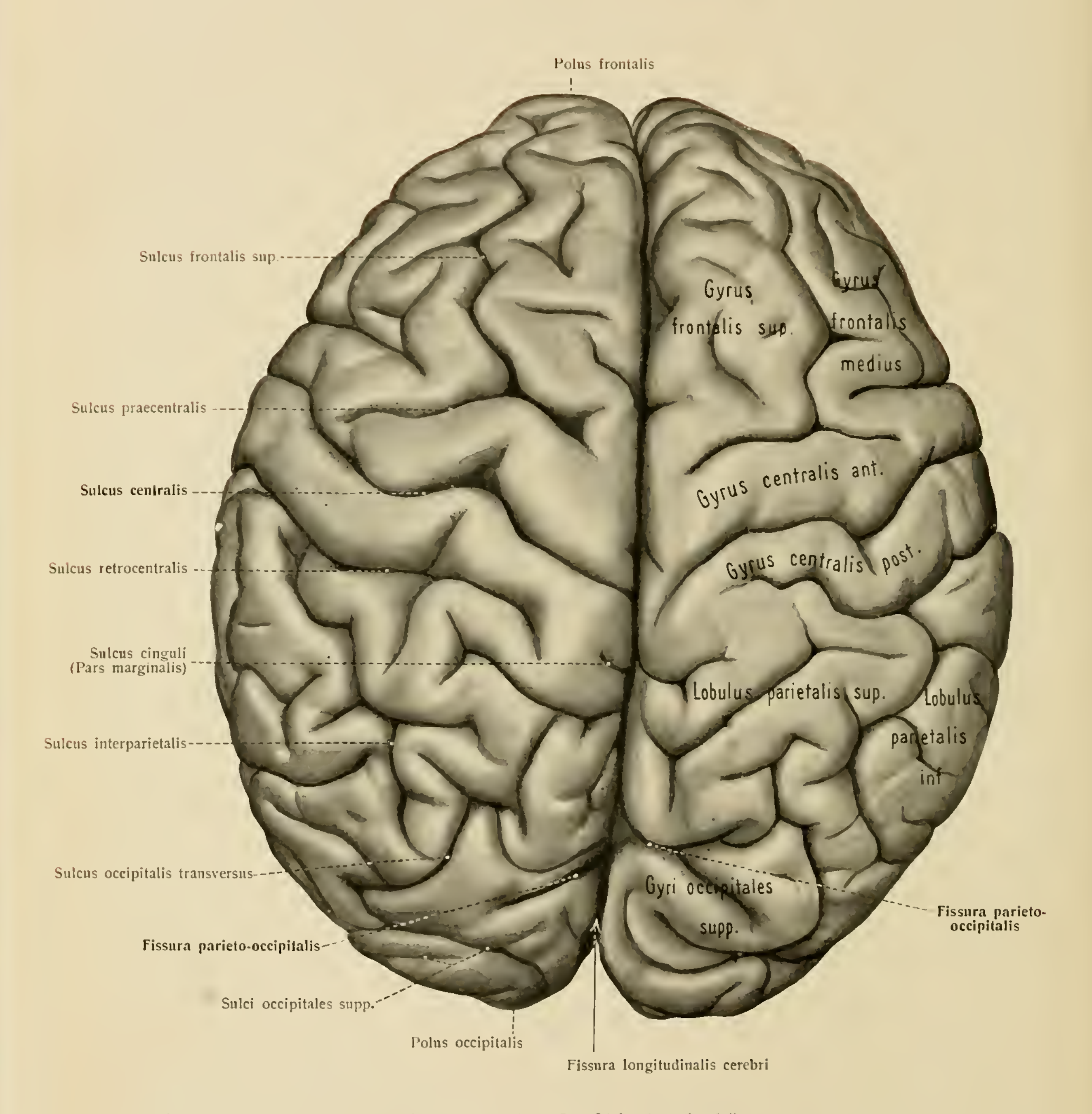


Fig. 92. **Furchen und Windungen der Großhirnhemisphären** von oben gesehen.

und schließt ein zierlich gefaltetes Blatt grauer Substanz ein, den Olivenkern, Nucleus olivaris inferior.

Das kaudale, spitzere Ende der Olive liegt in gleicher Höhe mit der kaudalen Spitze der Rautengrube, wenig rostral des Beginnes der Pyramidenkreuzung, und ist oft von starken Fibrae arcuatae extt. bedeckt; ihr rostrales Ende wird durch eine tiefe Furche vom kaudalen Brückenrande getrennt. Der hintere Olivenrand ist vom Sulcus lateralis posterior 2—3 mm weit entfernt.

Der Hinterstrang der Oblongata, Corpus restiforme, liegt anfänglich zwischen dem Sulcus lateralis posterior und dem Sulcus medianus posterior; später tritt an Stelle des letzteren der Seitenrand des IV. Ventrikels. Der Hinterstrang der Oblongata wird im Aufsteigen durch Einlagerung grauer Massen mächtiger und wird durch den Sulcus intermedius posterior in zwei Teile geschieden.

α. Der mediale Strang, die Fortsetzung des Gollschen Stranges, Fasciculus gracilis, nimmt aufwärts an Breite zu und schwillt an der Seite des hinteren

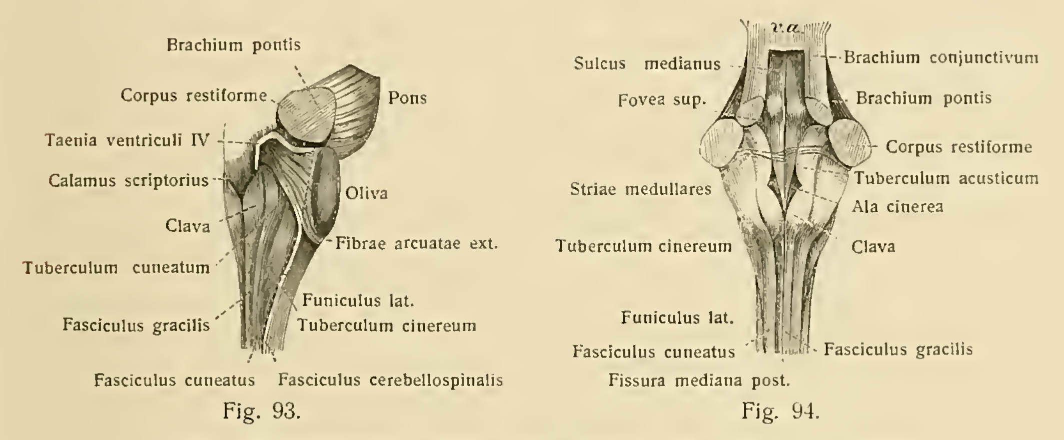


Fig. 93. Fig. 94.

Fig. 93. **Medulla oblongata vom Gehirn eines Kindes.** Halbprofil der dorsalen Fläche.

Fig. 94. **Medulla oblongata und Rautengrube vom Gehirn eines Kindes.** *va* Velum medullare ant.

Teiles der Rautengrube zur Keule, Clava, an, die im Inneren einen grauen Kern, Nucleus fasciculi gracilis enthält. Jenseits der Clava spitzt sich der Strang wieder zu und verliert sich im medialen Felde des Corpus restiforme. Fig. 113, 114.

β. Der laterale Strang, Keilstrang, Fasciculus cuneatus, verbreitert sich im Aufsteigen beträchtlich und wird durch eine seichte Furche der Länge nach in zwei Bündel geteilt, Fasciculus cuneatus medialis und lateralis. Der laterale Keilstrang enthält die verdickte Fortsetzung des Kopfes der grauen Hintersäule des Rückenmarkes. Nähert sich dieser Kopf infolge geringer Bedeckung durch weiße Faserzüge der Oberfläche, so ist die Stelle durch dunkle Färbung bezeichnet; sie kann sogar einen Vorsprung bilden, welcher den Namen Tuberculum cinereum führt. Der mediale Keilstrang entwickelt in der Höhe der Clava ebenfalls eine, bei Kindern leichter wahrnehmbare Anschwellung, Tuberculum cuneatum, welche einen ansehnlichen grauen Kern beherbergt, den Nucleus fasciculi cuneati. Zu den Fasciculi gracilis und cuneatus gesellt sich im obersten Abschnitt des Corpus restiforme noch ein dritter Strang, die S. 63 bereits bekannt gewordene Kleinhirn-Seitenstrangbahn. Im Beginn der Oblongata

an die hintere Seitenfurche angrenzend, überschreitet sie in der Nähe des kaudalen Olivenendes die Accessoriuslinie, geht vor dem Tuberculum cinereum und cuneatum hinweg zur dorsalen Fläche des Corpus restiforme und verliert hier, zum Kleinhirn ziehend, ihre Abgrenzung. Fig. 93, 94.

So zusammengesetzt senkt sich das Corpus restiforme mit einem jetzt nicht näher zu untersuchenden Teil seiner Fasermassen unter rascher Krümmung in das Kleinhirn.

Außer den genannten Längsfaserzügen kommen an der Oblongata auch Querfaserzüge vor, die in ihrer Gesamtheit den Namen Stratum zonale, Gürtelschicht, Gürtelfasern, führen und wechselnde Ausbildung zeigen.

Die Querfasern entwickeln sich an der lateralen Fläche der rostralen Enden der Corpora restiformia und verlaufen bogenförmig zur vorderen Fläche der Oblongata, wo sie in die vordere Medianfissur eindringen. Die das kaudale Ende der Oliven umgreifenden, auf die Pyramiden übertretenden Bündel haben oben bereits als Fibrae arcuatae externae Erwähnung gefunden.

Besondere Querfasern umziehen in vielen Fällen das rostrale Ende der Pyramiden, bevor sie in die Brücke dringen. Sie sind unter dem Namen Vorbrückchen, Propons, bekannt und verschwinden jederseits neben den Pyramiden, sowie in der Tiefe der vorderen Medianfissur.

Dexter, F., Morphology of the Medulla oblongata of the Rabbit. Arch. Anat. u. Phys. 1896. — Kölliker, A., Sur l'entrecroisement des Pyramides chez les Marsupiaux et les Monotrèmes. Vol. jubilaire publié par la Société de Biologie à Paris. — Sabin, Fl. R., Model of the Medulla, Pons and Midbrain of a New born Babe. John Hopkins Hosp. Reports, 1901.

c) Der IV. Ventrikel, Ventriculus quartus. Fig. 94, 95, 97, 101, 113, 114.

Die IV. Hirnkammer ist ein im Gebiet des Rhombencephalon enthaltener, ependymbekleideter Hohlraum, eine Erweiterung des Zentralkanals, welche Liquor cerebrospinalis enthält. Man unterscheidet an ihr einen Boden und ein Dach, zwei seitliche Begrenzungsränder, zwei seitliche weithin gestreckte Ausbuchtungen, eine rostrale in den Aquaeductus des Vierhügelhirns führende, und eine kaudale in den Zentralkanal der Oblongata führende Mündung, sowie eine mediane und zwei seitliche Öffnungen in den Subarachnoidalraum. Ihre Länge beträgt gegen 25 mm.

Das Dach der IV. Hirnkammer, Tegmen ventriculi quarti, besteht aus drei verschiedenen Gebilden: rostral aus dem Velum medullare anterius und den seitlich dasselbe begrenzenden Brachia conjunctiva (cerebelli), in der Mitte aus einem Teil des Kleinhirns selbst, kaudal aus dem Velum medullare posterius und der Tela chorioidea ventriculi quarti. Der gegen das Kleinhirn zugeschärft sich erhebende Teil des Daches heißt das Zelt, seine Kante die Giebelkante, Fastigium. Fig. 97.

Der kaudale Teil des Tegmen ventriculi IV. hat leicht verdickte Seitenränder, welche sich vom Obex zum lateralen Ende des Recessus lateralis erstrecken und an der Oblongata meist haften bleiben, wenn die übrige Deckplatte entfernt wird; sie führen den Namen Taenia ventriculi IV (Fig. 113, 114). Ein vorderer Teil der Taenia erstreckt sich von der Flocke des Kleinhirns zum Nodulus desselben (Fig. 120); siehe unten Kleinhirn, S. 84 und Marksegel, S. 92. Über den Bau der aus Epithel und Pia bestehenden Deckplatte, ihre Durchlöcherungen, ihre Gefäßplexus siehe Hüllen des Gehirns. S. 159.

Der Boden der IV. Kammer, seiner Form und leichten Tieflage wegen Rautengrube, Fossa rhomboidea, genannt, zeigt graue Farbe und viele Be-

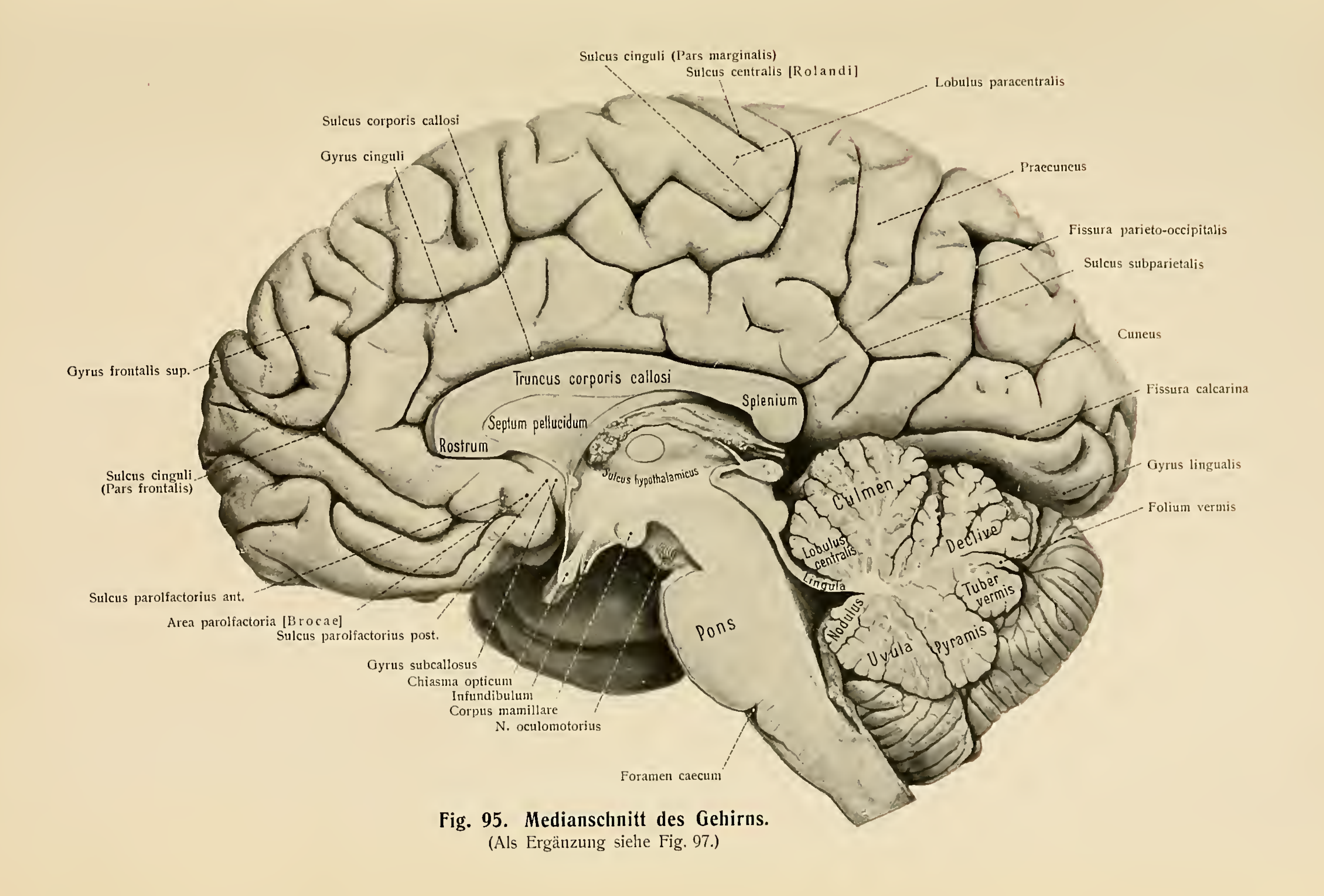


Fig. 95. Medianschnitt des Gehirns.
(Als Ergänzung siehe Fig. 97.)

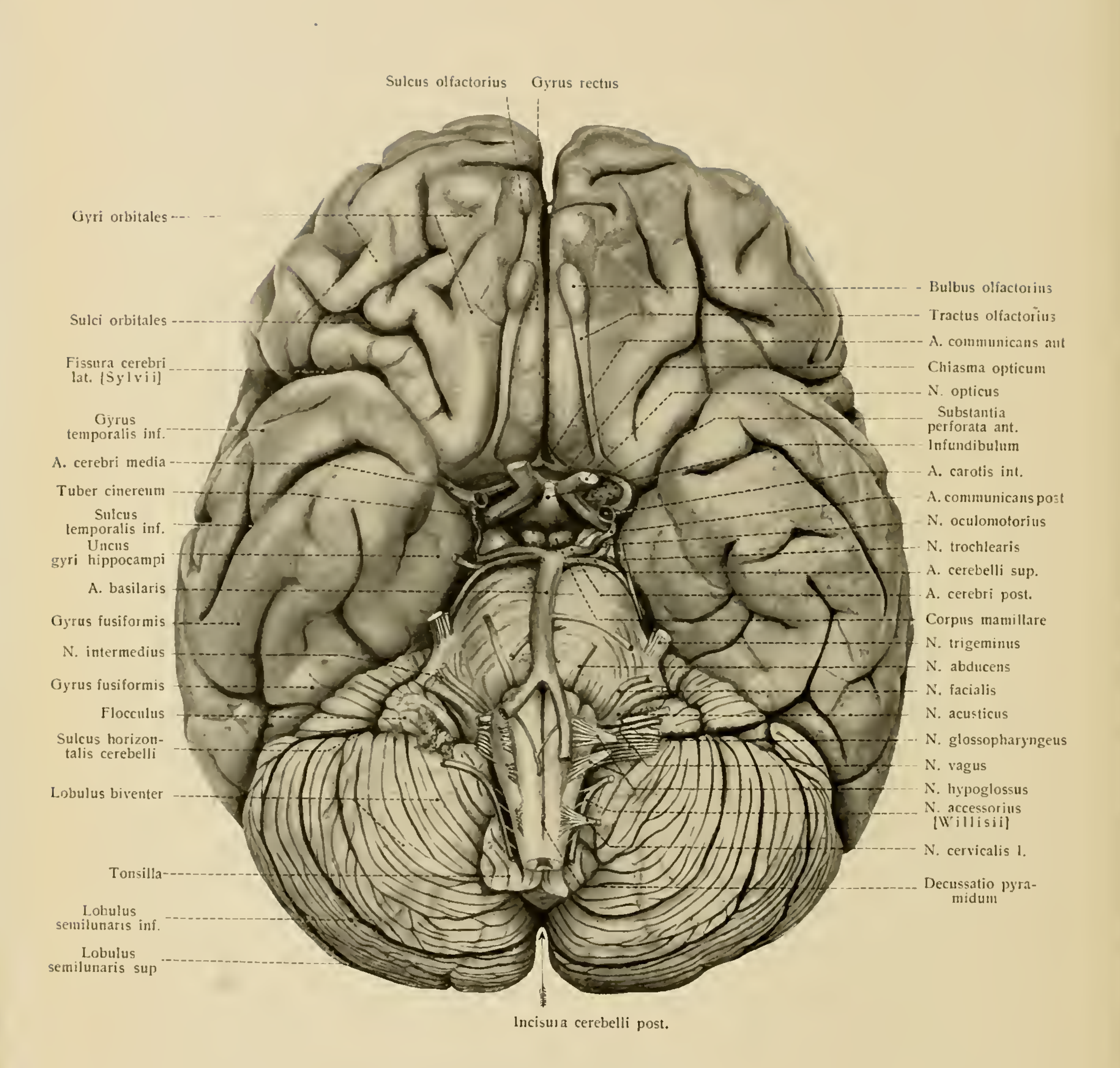


Fig. 96. Gehirnbasis.

sonderheiten seiner Oberflächengestaltung. Die graue Substanz der Rautengrube, Stratum cinereum fossae rhomboideae, liegt dicht unter dem Ependym und ist die flächenhaft ausgebreitete Fortsetzung der grauen Säulen des Rückenmarkes.

Das kaudale, zugespitzte Ende der Rautengrube heißt wegen seiner Ähnlichkeit mit einer Schreibfederspitze Calamus scriptorius. Fig. 114.

Eine Längsfurche, Sulcus medianus fossae rhomboideae, teilt die Rautengrube in zwei symmetrische Hälften. Ein stärkerer, oder mehrere feine markweiße Querstreifen, Striae medullares (Fig. 97, 101), ziehen von der Gegend der Recessus laterales quer gegen die Medianlinie und grenzen dadurch ein vorderes, mittleres und hinteres Gebiet ab.

Das hintere Gebiet, Pars inferior fossae rhomboideae, gehört der Medulla oblongata an; es liegt zwischen den beiden Corpora restiformia. Das mittlere, Pars intermedia fossae rhomboideae gehört zum Metencephalon; es ist das von den Striae medullares durchzogene Gebiet, und setzt sich seitwärts fort in den Recessus lateralis ventriculi quarti (Fig. 114), welcher sich um das Corpus restiforme herumschlingt und am Stiel des Flocculus endet (Fig. 120). Der rostrale Teil der Rautengrube, Pars superior fossae rhomboideae, gehört zum Isthmus; er wird von den Brachia conjunctiva seitlich begrenzt.

Neben der Medianfurche durchzieht jederseits ein flacher Längswulst die ganze Länge der Rautengrube, wird aber im vorderen Gebiet breiter und deutlicher, die Eminentia medialis (Fig. 113, 114), die das Gebiet der motorischen Hirnnervenkerne einschließt; seine seitliche Abgrenzung wird gebildet von einer flachen Furche, Sulcus limitans (fossae rhomboideae). Im kaudalen Teil der Rautengrube, Fovea inferior, bemerkt man ferner ein durch tiefgraue Farbe und leicht vertiefte Lage bestimmtes dreieckiges Feld, Ala cinerea, unter welchem einer der Endkerne des N. vagus, der Nucleus alae cinereae seine Lage hat. Zieht man von der rostralen Spitze der Ala cinerea eine Senkrechte auf den Sulcus medianus, so wird ein dreiseitiges Feld abgegrenzt, Trigonum nervi hypoglossi, unter welchem der Kern des N. hypoglossus liegt. Lateral und vor der Ala cinerea erhebt sich am Eingang in den Recessus lat. der Boden zu einem flachen Hügel, Tuberculum acusticum. Es ist nur ein Teil der großen Area acustica, deren Grenzen durch den Sulcus limitans, die Taenia ventriculi quarti und das Brachium pontis gegeben werden. Fig. 113, 114.

Vor den Striae medullares zeigt die verbreiterte Eminentia medialis einen stärkeren rundlichen Vorsprung, Colliculus facialis, welcher durch das die Oberfläche vorwölbende innere Knie des N. facialis bedingt wird. An dem lateralen Rande des Vorsprunges sinkt die Oberfläche zu einer kleinen Grube, Fovea superior, ein. Vor der Fovea superior liegt jederseits dicht am Brachium conjunctivum eine bläulich gefärbte Stelle, welche sich bis zum Eingang in den Aquädukt hinzieht, der Locus caeruleus. Die blaue Farbe dieser Stelle entsteht, wie überall im Tierreich die blaue Farbe entsteht, dadurch, daß (bräunlich) pigmentierte Nervenzellen durch die durchsichtige über ihnen liegende Gehirnsubstanz durchschimmern.

Über den Sulcus limitans siehe unten.

Über die Relief-Verhältnisse der Rautengrube vgl. G. Retzius, Das Menschenhirn. 1896. S. 39 ff.

B. Das Hinterhirn, Metencephalon.

I. Die Brücke, Pons (Varoli). Fig. 96, 109, 112.

Die Brücke ist ein weißer mächtiger Vorsprung der Hirnbasis, welcher kaudal von der Oblongata, rostral von den Pedunculi cerebri scharf begrenzt wird. Dies ist aber nur die Pars basilaris der Brücke. Mit ihrer Pars dorsalis begrenzt sie den rostralen Teil der Rautengrube. Die lateralen Grenzen der Brücke werden künstlich durch je eine Linie bestimmt, welche die Austrittsstellen der Wurzeln des N. trigeminus und facialis verbindet, d. i. durch die Trigeminus-Facialislinie. Die lateral von dieser Linie gelegene, in das Kleinhirn sich einsenkende Fortsetzung der Brücke stellt die Brückenarme, Brachia pontis, dar.

Die ventrale Oberfläche der Brücke ist in querer und sagittaler Richtung stark gewölbt und durch eine kräftig ausgesprochene Querfaserung ausgezeichnet. Im allgemeinen nehmen die Querfasern ihren Weg zum Brückenarm. Die rostralen Züge neigen sich dabei lateralwärts und rückwärts. Ein mittleres Bündel zeigt diese rückwärts geneigte Bahn besonders stark, überschreitet die queren Bündel und schlägt die Richtung gegen die Austrittsstelle des N. facialis ein, Fasciculus obliquus (pontis). Fig. 112.

Die ventrale Brückenfläche trägt eine mediane Längsfurche, Sulcus basilaris (Fig. 109), welche die A. basilaris aufnimmt; doch fehlt die Furche nicht, auch wenn die Arterie ungewöhnlich verläuft. An der rostralen Grenze der Brücke verlaufen die Fila lateralia pontis (Fig. 114). Sie beginnen in der Furche zwischen dem Brachium conjunctivum und dem Brachium pontis, folgen dem rostralen Rande der Brücke und gehen in die Pedunculi cerebri über.

Die Länge der ventralen Brückenoberfläche beträgt 20—30, die Breite 30—36, die Dicke gegen 25 mm. Die dorsalen Grenzen der Brücke sind kaudal durch die Striae medullares, rostral durch das Ende des Ventrikelbodens gegeben.

Skeletotopisch hat die Brücke ihre Lage auf dem vorderen Teil des Clivus und reicht aufwärts bis an den oberen Rand der Sattellehne.

Das einfache Aussehen der Brücke bei ventraler Ansicht ist sehr trügerisch, wenn man nach ihm etwa sein Urteil über ihre inneren Verhältnisse einrichten wollte. Sie verdient vielmehr in letzterer Hinsicht ganz den alten Namen Nodus cerebri. Über ihre grauen Massen, Nuclei pontis, und verschlungenen Leitungsbahnen siehe unten.

II. Das Kleinhirn, Cerebellum.

Das Kleinhirn hat die Form eines liegenden, vertikal abgeplatteten Ellipsoides; es ist mit seiner langen Axe (9—11 cm) quergestellt, während die kurze (4—6 cm) sagittal, die Dickenaxe (gegen 3 cm) vertikal verläuft. Fig. 95, 108.

Lage: Das Kleinhirn deckt die Oblongata, überragt sie weit nach beiden Seiten und füllt die Fossae cerebellares der Hinterhauptschuppe fast ganz aus. Oben grenzt es an das Tentorium und die Hinterhauptlappen des Endhirnes. Die Tonsillae cerebelli ragen manchmal neben der Medulla oblongata bis in das Hinterhauptloch hinein (Schwalbe).

Sein Gewicht ist bei Männern und Weibern etwa gleich groß und beträgt 120—150 g.

Man unterscheidet an ihm eine obere und eine untere Fläche, Facies sup., inf., einen vorderen und einen hinteren Rand. Der vordere Rand ist durch die Incisura cerebelli anterior, der hintere Rand durch die tiefere Incisura cerebelli posterior eingeschnitten. Fig. 108.

Der zwischen den beiden Einschnitten gelegene Mittelteil des Kleinhirnes

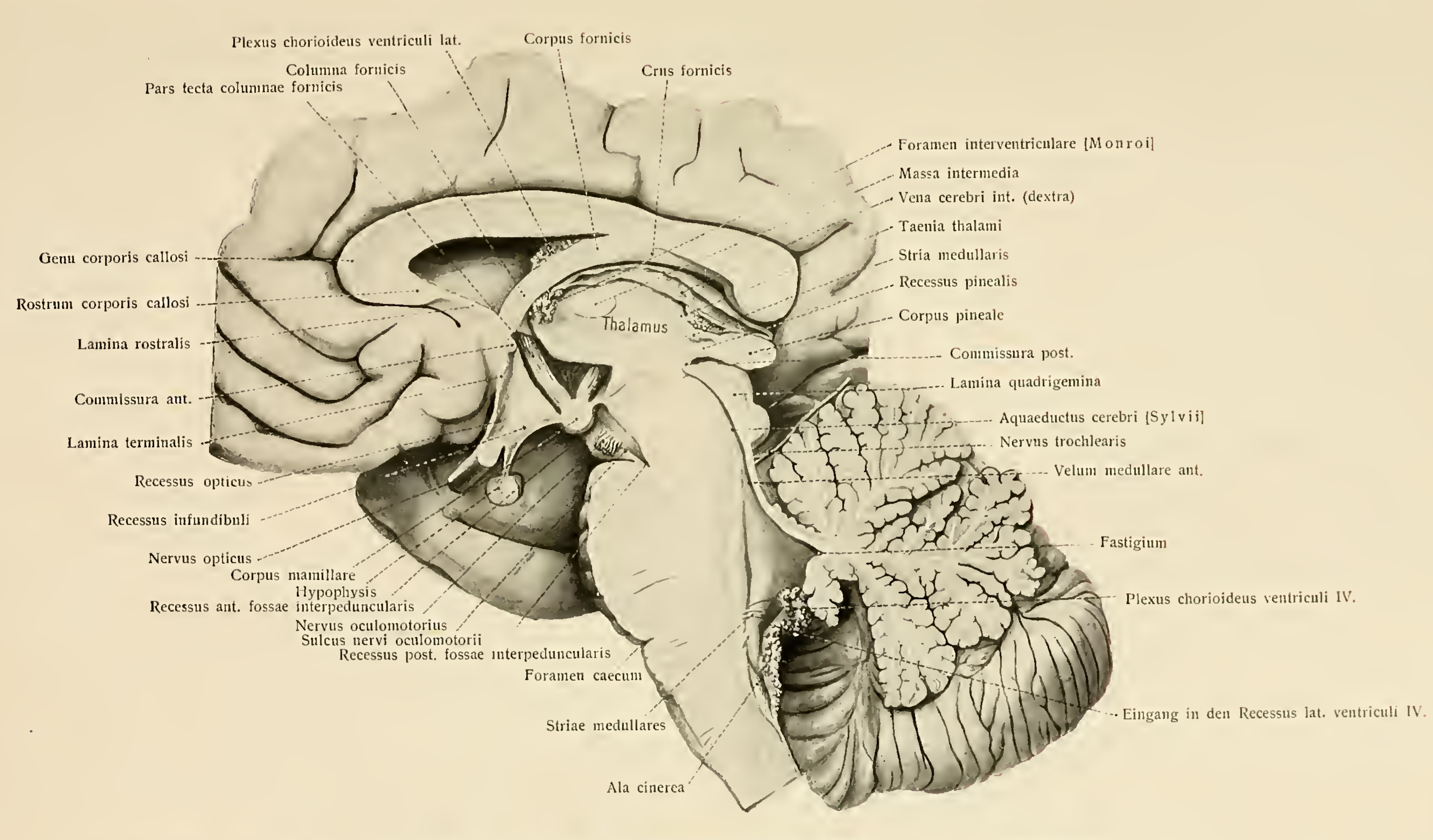


Fig. 97. Ein Stück des in Fig. 95 abgebildeten Medianschnittes des Gehirns vergrößert.

Pars tecta columnae fornicis und **Fasciculus thalamomamillaris** sind durch Wegnahme der sie bedeckenden Teile der Seitenwand des III. Ventrikels freigelegt. Die **Taenia thalami** ist durch Ablösung des Plexus chorioideus ventriculi III sichtbar gemacht.

Am Kleinhirn ist die Uvula entfernt, um durch Zurückbiegen des Nodulus den Eingang in den **Recessus lat. ventriculi IV** deutlicher zeigen zu können.

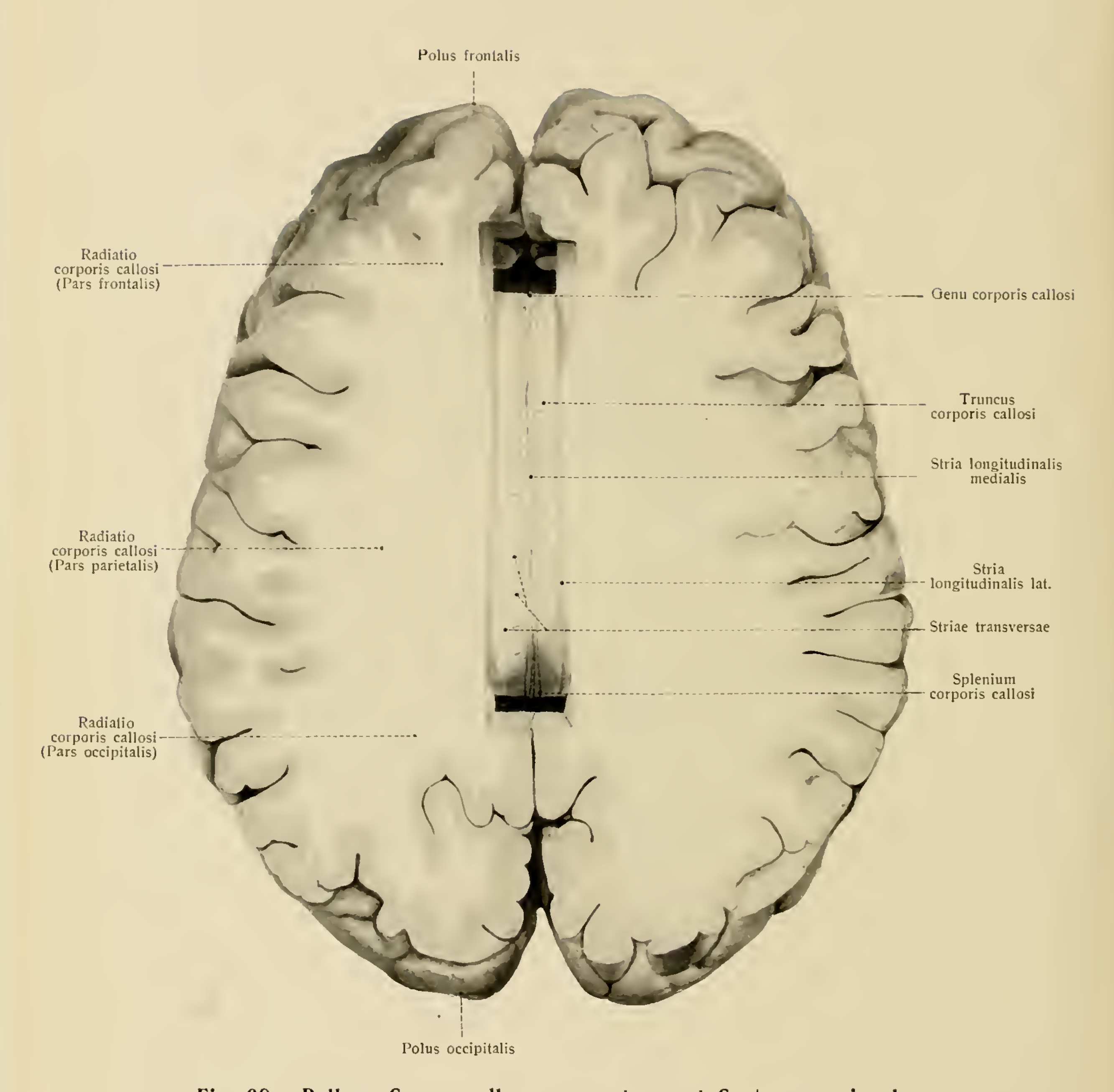


Fig. 98. Balken, Corpus callosum von oben und **Centrum semiovale.**
Nach Wegnahme der oberen Teile beider Großhirnhemisphären bis zur Höhe der oberen Fläche des Balkens und nach Entfernung der das Genu und das Splenum deckenden Teile des Gyrus cinguli.

führt den Namen Wurm, Vermis, weil er durch zahlreiche quere Einschnitte an einen Ringelwurm erinnert. Dorsal wird der Oberwurm, Vermis superior, durch zwei seichte Furchen, ventral der Unterwurm, Vermis inferior, durch zwei tiefe Furchen von den Seitenmassen des Kleinhirnes (Fig. 119, 120) getrennt, welche im Gegensatz zum Wurm die beiden Hemisphären des Kleinhirnes, Hemisphaeria cerebelli, darstellen.

Beide Flächen des Kleinhirnes sind gewölbt, die untere stärker als die obere. Die Gesamtwölbung der unteren Fläche aber wird unterbrochen durch eine tiefe Einsenkung, welche hinten in die Incisura posterior übergeht. Die Einsenkung heißt das Tal, Vallecula cerebelli. Der Grund des Tales wird von dem Unterwurm eingenommen.

Der Bau des Kleinhirnes ist blättrig, d. h. die Substanz ist durch eine große Zahl mehr oder minder tief eindringender, langgezogener, einander parallel verlaufender Einschnitte, Sulci cerebelli, in eine große Zahl kleiner Blätterwindungen, Gyri cerebelli, geteilt. Eine Kleinhirnwindung hat eine durchschnittliche Breite von 2—3 mm. Es gibt Furchen von 2—27 mm Tiefe; an gewissen Stellen aber ist nur eine Andeutung von Furchen vorhanden.

Die Tiefe der Furchen und die Ergebnisse der Entwicklung hat man dazu benutzt, um die Hemisphären und den Wurm in verschiedene Lappen zu zerlegen.

a) Lappen der Hemisphären.

Auf der oberen Hemisphärenfläche wird durch eine tiefe Furche, Sulcus superior cerebelli, ein viereckiger von einem halbmondförmigen Lappen geschieden. Ersterer: Lobulus quadrangularis (Fig. 108), zerfällt durch eine der vorigen nahezu parallele kleinere Furche, Sulcus collateralis superior, in eine Pars anterior und posterior. Beide zusammen bilden den Oberlappen der Hemisphäre. Vor ihm liegt dicht auf dem Brachium conjunctivum die Ala lobuli centralis. Fig. 120.

Hinter ihm folgt der Lobulus semilunaris superior (Fig. 108). Er wird von dem angrenzenden, wesentlich der Unterfläche angehörigen Lobulus semilunaris inferior (Fig. 119) durch eine lange und tiefe Furche getrennt, den Sulcus horizontalis cerebelli (Fig. 108), welcher sich noch über die Lobuli semilunares hinaus zum Brückenarm erstreckt und über diesen bis zur vorderen Mittellinie verfolgt werden kann. In ihn münden alle übrigen großen Furchen aus. Von dem Lobulus biventer trennt ihn der Sulcus inf. cerebelli.

Auf der unteren Hemisphärenfläche unterscheidet man drei ungleich große Teile, einen lateralen, einen medialen und einen vorderen. Der laterale, Lobulus biventer (Fig. 119), ist der größte von ihnen und wird durch den Sulcus collateralis inferior oft in zwei Teile zerlegt. Der mediale, die Mandel, Tonsilla cerebelli, von dem Biventer durch den Sulcus medialis inferior geschieden, besteht aus einer hufeisenförmig geordneten Gruppe von Windungen. Sie liegt in einer Vertiefung, welche beim Aufheben des medialen Schenkels der Tonsille sichtbar wird, und das Nest, Nidus avis, genannt wird (Fig. 120). Vor dem Biventer und der Tonsille liegt als vorderer Teil des Unterlappens, die Flocke, Flocculus, durch den Sulcus inferior anterior von jenen beiden geschieden. Die Flocke ruht auf der unteren Fläche des Brückenarmes und läuft medial in den markweißen Flockenstiel, Pedunculus flocculi aus; der letztere setzt sich medial fort

in ein dünnes Blatt, das hintere Marksegel, Velum medullare posterius (Fig. 120), welches selbst wieder mit dem Nodulus des Unterwurmes in Verbindung steht. Häufig liegt lateral von der Flocke, in dem Winkel zwischen Biventer und Quadrangularis, auf dem Brückenarme noch eine kleine besondere Gruppe von Windungen, die Nebenflocke, Flocculus secundarius.

b) Wurm.

Die Windungen (Gyri) des Wurmes hängen mit denjenigen der Hemisphären zusammen, trotz der tiefen Furchen, welche den Unterwurm von ihnen abgrenzen.

Der Oberwurm hat folgende Abteilungen: siehe Fig. 95.

1. Das Züngelchen, Lingula cerebelli (Fig. 102, 114), besteht aus 4—6 flachen Gyri, welche zwischen den Brachia conjunctiva auf dem Velum medullare ant. liegen. Sie haben in ihrer Gesamtheit große Ähnlichkeit mit einer Zunge. Zur Seite der hinteren Blättchen der Lingula liegen noch einige kleine Vorsprünge, Vincula lingulae, die sich gegen den Brückenarm ausdehnen.
2. Das Zentralläppchen, Lobulus centralis (Fig. 120). Es liegt über dem vorderen Marksegel und setzt sich jederseits fort in die Ala lobuli centralis.
3. Der Berg, Monticulus (Fig. 108), ist der größte Teil des Oberwurmes. Man unterscheidet an ihm den Gipfel, Culmen, und den Abhang, Declive, deren Windungen die Lobuli quadrangulares beider Seiten verbinden. Zwischen Culmen und Declive dringt eine tiefe, bis in die Nähe des Ventrikeldaches reichende Furche vor (Fig. 95), welche dem Sulcus collateralis superior der Hemisphäre entspricht. Der Pars anterior des Lobus quadrangularis gehört der Monticulus, der Pars posterior das Declive an.
4. Das Wipfelblatt, Folium vermis (Fig. 95). Es bildet die schmale Verbindungsbrücke der medialen Enden der oberen Semilunarlappen und liegt in der Incisura posterior cerebelli. Seine obere und seine untere Fläche sind quergefurcht.

Der Unterwurm hat folgende Teile:

1. Der Wulst, Tuber vermis (Fig. 119). Seine Gyri verbinden die unteren halbmondförmigen Lappen.
2. Die Pyramide, Pyramis (vermis) (Fig. 119), mit stark nach hinten konvexen Gyri, welche die Lobuli biventeres verbinden.
3. Das Zäpfchen, Uvula (vermis) (Fig. 119), eine schmale langgestreckte Quergruppe von Gyri, welche die hinteren Enden der Mandeln verbinden.
4. Das Knötchen, Nodulus (Fig. 120) ein zapfenförmiger, aus dichtgedrängten Gyri bestehender Körper, welcher mittels des hinteren Marksegels und der Flockenstiele die Flocken verbindet.

c) Marklager des Kleinhirns.

Das Mark des Cerebellum ist teils in den Hemisphären, teils in dem Wurm enthalten.

1. Das Marklager der Hemisphäre, Corpus medullare (hemisphaerii cerebelli). Fig. 102.

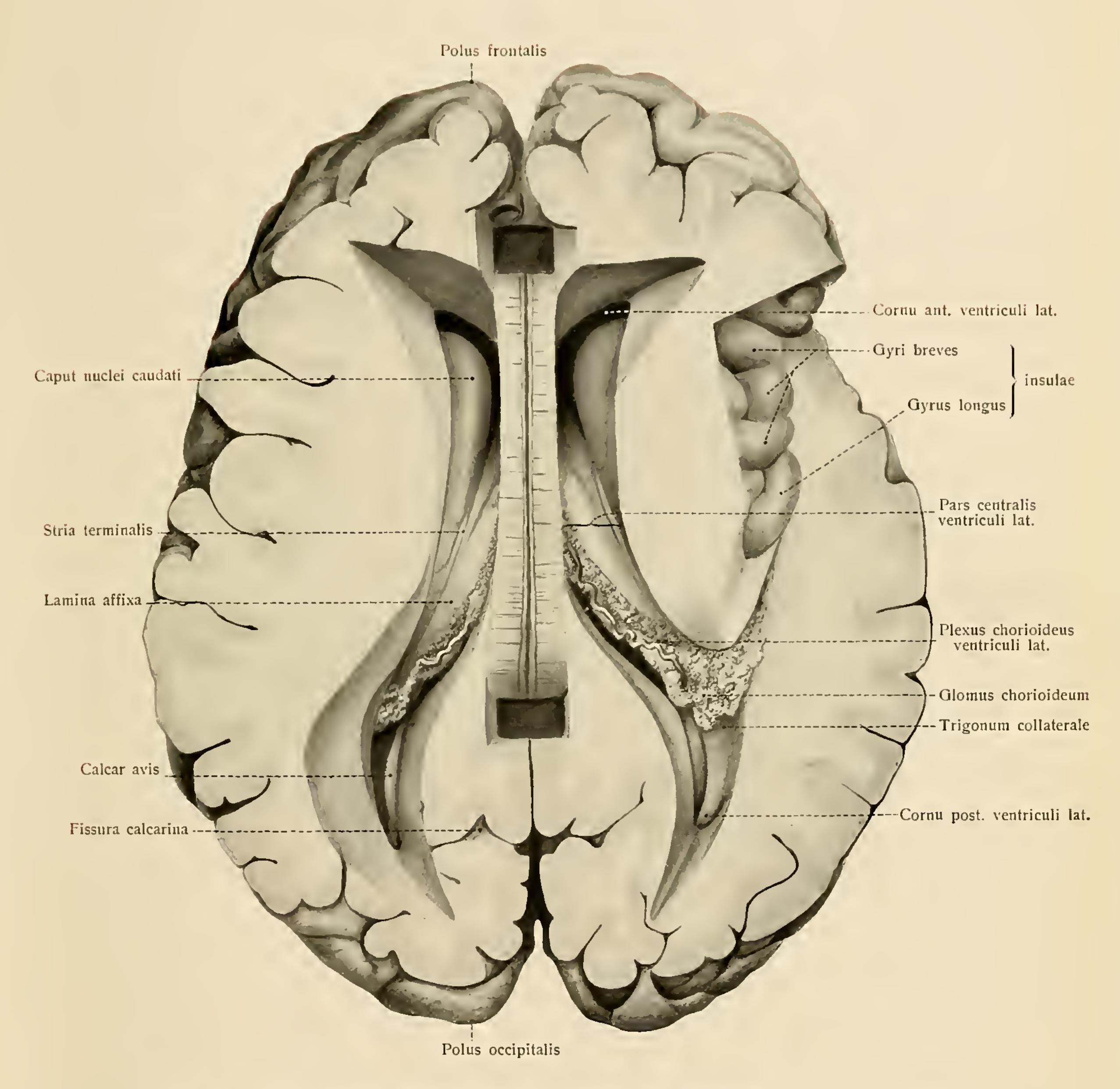


Fig. 99. Die beiden Seitenventrikel, Ventriculi laterales von oben eröffnet.
Rechts ist die Insel freigelegt.

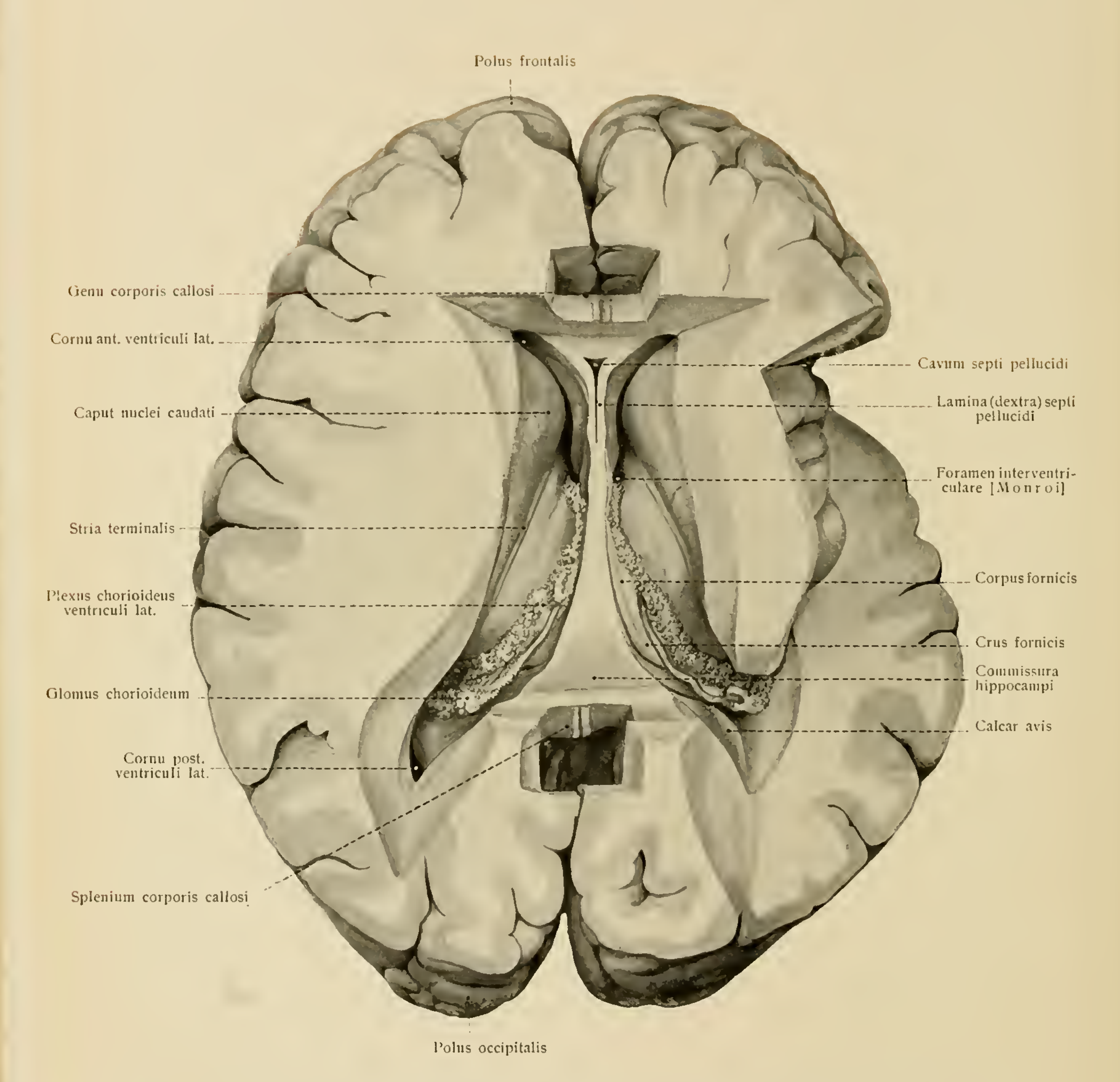


Fig. 100. Seitenventrikel, Ventriculus lateralis; Fornix; Septum pellucidum; Foramen interventriculare (Monroi).

Nach Entfernung des Truncus corporis callosi.

Es hat ungefähr die Form der Hemisphäre, hängt medial mit dem Mark des Wurmes zusammen und vereinigt sich durch je drei mächtige paarige Stiele mit der Oblongata, der Brücke, und dem Vierhügelhirn (Fig. 101, 120). Der Stiel zur Oblongata ist als Corpus restiforme bereits bekannt geworden (S. 75); ebenso der Stiel zur Brücke: Brachium pontis (S. 80). Somit ist nur noch der Stiel zum Vierhügelhirn zu erwähnen, Bindearm genannt, Brachium conjunctivum (Fig. 101, 102). Die Stiele dringen jederseits vom hinteren Rand, von der unteren und von der oberen Fläche in das Innere des Kleinhirnes, bilden so die Grundlage des Markes der Hemisphären und des Wurmes und spalten sich auf ihrem Wege zu den Randwülsten in Blätter, Laminae medullares. Die vom Markkern ausgehenden stärkeren Laminae medullares entsenden unter meist spitzen Winkeln

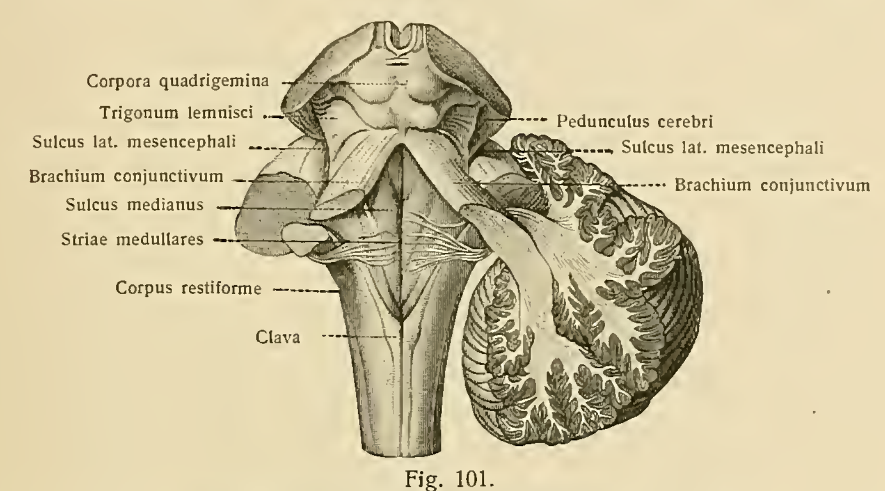


Fig. 101.

Rautengrube, Kleinhirnstiele und Vierhügel. (Sappey.)

Auf der linken Seite sind die drei Kleinhirnstiele abgeschnitten; auf der rechten Seite dagegen sind der obere und der untere Stiel noch im Zusammenhang mit der Markmasse des Kleinhirns, während der Brückenarm durchschnitten ist.

sekundäre und tertiäre Markblätter, welche endlich von grauer Substanz umhüllt werden und dadurch die Windungen, Gyri, des Kleinhirnes bilden.

Der von den Laminae medullares befreite Markkern hat eine Dicke von 10—15 mm, d. i. etwa ein Drittel der Hemisphärendicke.

Die Zahl der vom Markkern der Hemisphäre ausgehenden primären Blätter schwankt zwischen 10 und 15; Endleisten und Gyri sind auf einem größten Schnitte durch die Hemisphäre gegen 315 zu zählen.

2. Das Marklager des Wurmes, Corpus medullare vermis.

Es ist weit kleiner als das der Hemisphären und hat 2—3 mm Dicke. Der Sagittalschnitt zeigt wiederum eine zierliche baumförmige Figur, den Lebensbaum, Arbor vitae, dessen einzelne Äste in Fig. 95 nachzusehen sind.

Die Zeltspitze der IV. Hirnkammer dringt in den Markkern des Wurmes ein. Den 7 primären Markblättern des Wurmes entsprechen auf dem Medianschnitt gegen 215 Endleisten und Endläppchen, Gyri vermis.

d) Markfortsätze oder Stiele des Kleinhirns.

Die Stiele des Kleinhirns sind, wie oben erwähnt, in der Anzahl von drei Paaren vorhanden, welche symmetrische Anordnung zeigen.

1. Die Brückenarme, Brachia pontis. Fig. 101, 114, 120,

bilden das weitaus stärkste Paar; sie treten am vorderen Rande des Lobulus

quadrangularis, Lobulus biventer und der Tonsille aus dem Markkern der Hemisphäre hervor, werden von den Flocken, Flockenstielen und Nebenflocken bedeckt, verlaufen konvergierend und an Breite gewinnend nach vorn und gehen in die Brücke über. Ihr Austritt aus dem Kleinhirn liegt von allen Stielen am meisten lateral.

2. Die Bindearme, Brachia conjunctiva (cerebelli), Fig. 101, 102, 114, 120, stellen plattrundliche Stränge dar und verlassen das Kleinhirn am vorderen Rande, medial von den vorigen. Um sie in oberer Ansicht zu sehen, müssen die vorderen Teile des Oberwurmes und der Hemisphären zurückgelegt oder ent-

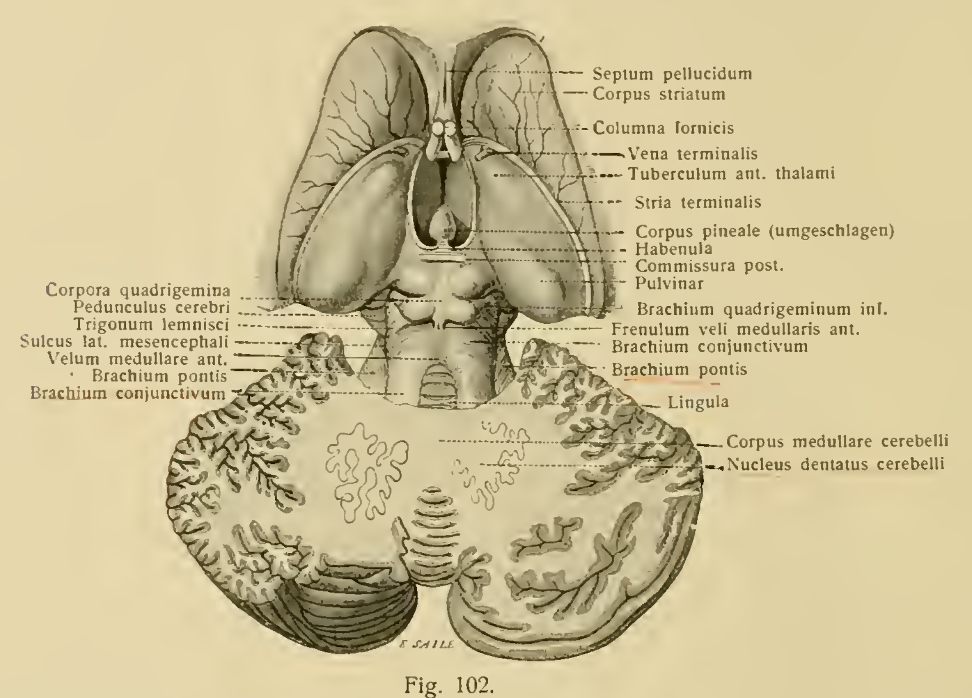


Fig. 102.

Hirnstamm, von oben gesehen, vorn in Verbindung mit dem Streifenhügel, hinten bedeckt vom horizontal halbierten Kleinhirn. 1:2. (Sappey.)

fernt werden. Bei ihrem Hervorgehen aus dem Markkern, etwa 1 cm voneinander entfernt, konvergieren sie nach vorn-oben und haben sich an der Stelle, wo sie unter die Vierhügel treten, bis zur Berührung genähert.

Die zwischen ihnen wie zwischen zwei Leisten ausgespannte dünne Lamelle ist das vordere Marksegel, Velum medullare anterius, welches dorsal die Lingula des Kleinhirnes trägt. Fig. 102.

3. Die Corpora restiformia. Fig. 101, 114, 120.

Das Corpus restiforme befindet sich zwischen den medial austretenden Vierhügel- und den lateral austretenden Brückenarmen, zieht nach hinten-unten und verläßt das Mark des Kleinhirns unter rechtwinkliger Umbiegung. An der Umbiegungsstelle wird es vom deckenden Bindearme gekreuzt. Beide Corpora restiformia konvergieren kaudalwärts und hören in der Mitte der Medulla oblongata allmählich auf.

Der Querschnitt der Brückenarme ist anfänglich fast kreisförmig, der des Bindearmes elliptisch, der des Corpus restiforme dreieckig mit gerundeten Winkeln.

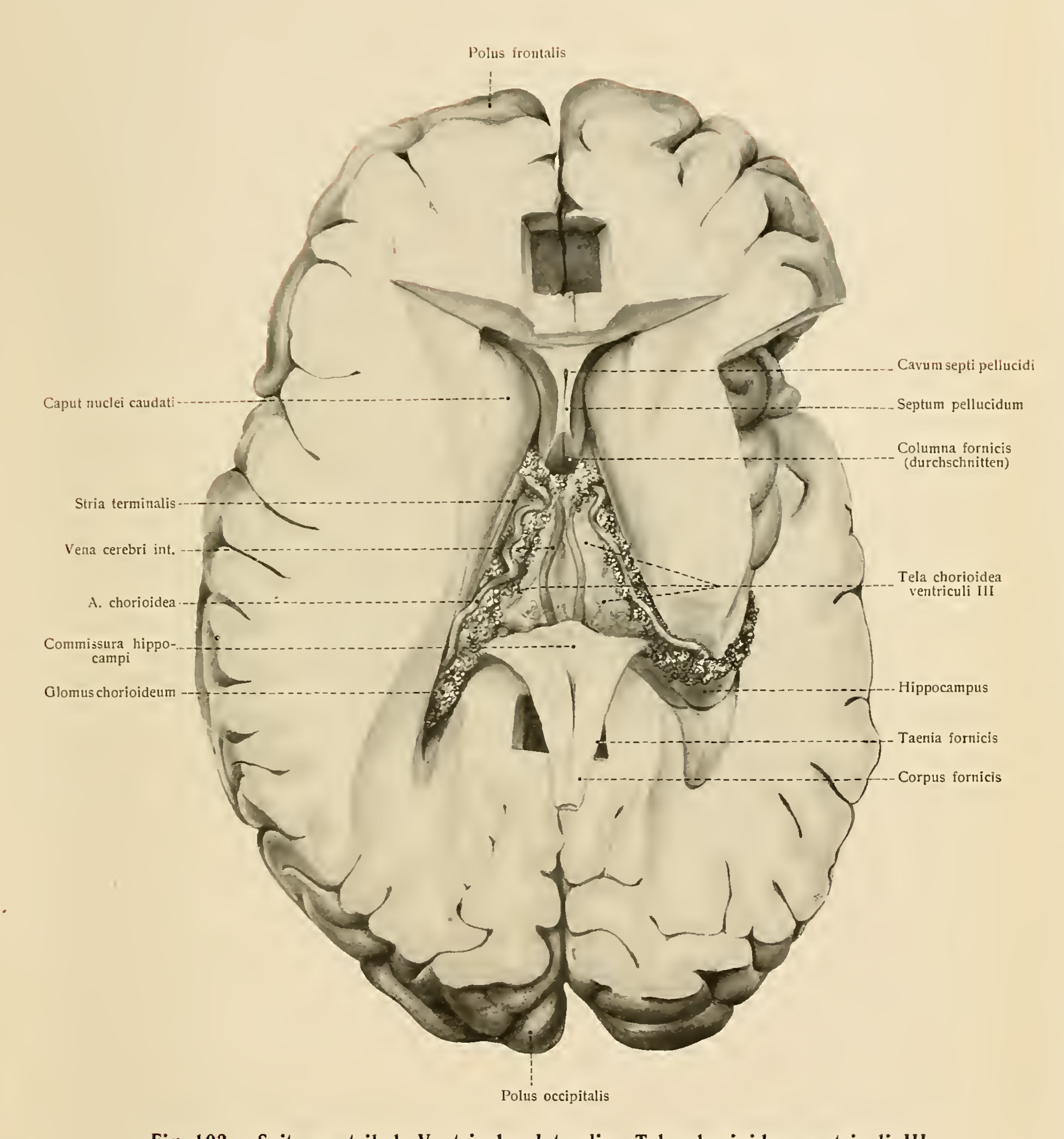


Fig. 103. Seitenventrikel, Ventriculus lateralis; Tela chorioidea ventriculi III.
Nach Durchschneidung der Columnae fornicis vom Foramen interventriculare [Monroi] aus und unter Zurückklappen des linken und des rechten Corpus fornicis nebst Commissura hippocampi.

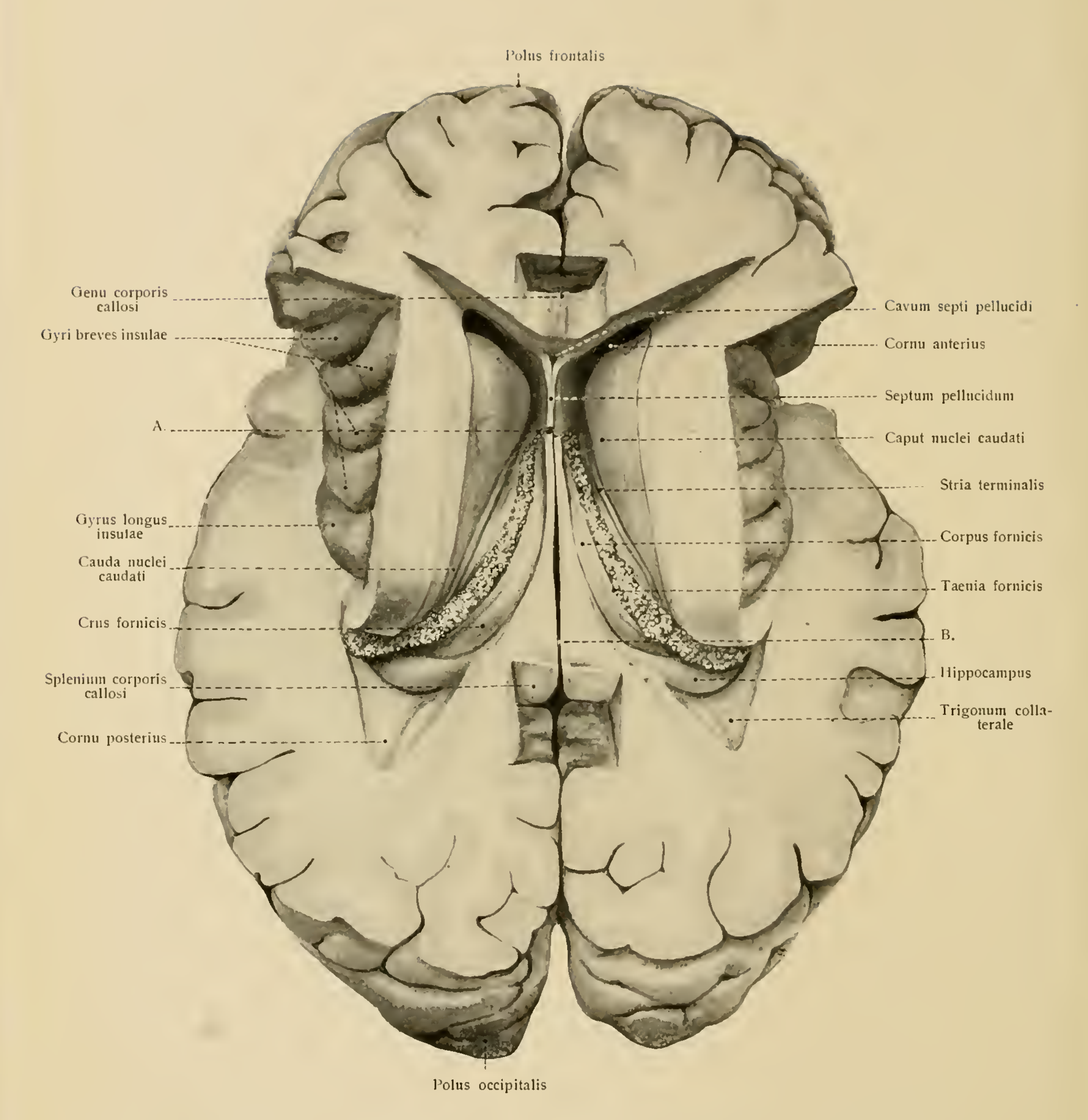


Fig. 104. Seitenventrikel, Ventriculus lateralis; Insel rechts und links freigelegt.

Angabe der Schnitte (A, B), welche zur Herstellung der in den Fig. 108 und 118 abgebildeten Präparate notwendig sind.

A. Durchschneidung der Columnae fornicis vom Foramen interventriculare aus. B. Trennung des linken vom rechten Fornix durch einen Medianschnitt, welcher auch das Splenium corporis callosi durchschneidet.

e) *Die grauen Kerne des Kleinhirnes.* Fig. 102, 105.

1. Die Kleinhirnolive, Nucleus dentatus cerebelli, liegt im medialen vorderen Teil des Marklagers jeder Hemisphäre als längliches, plattrundes Gebilde, dessen Oberfläche wellig gebogen und medial offen ist, Hilus nuclei dentati.

Die Dicke der sie bildenden grauen Platte beträgt 0,6 mm. Ihr längster Durchmesser ist schräg nach vorn geneigt, das vordere Ende hakenförmig umgebogen. Ihre untere mediale Fläche liegt dem Dachkerne sehr nahe.

Der Nucleus dentatus steht zu den Brachia conjunctiva cerebelli in wichtigen Beziehungen; hierauf weist schon seine Lage hin, die sich an der Stelle befindet, wo die Bindearme in den Markkern einstrahlen (Fig. 102). Die den Kern zunächst umgebende Marksubstanz, Capsula nuclei



Fig. 105.

Graue Kerne des Kleinhirnes. Horizontalschnitt durch den Markkern des Wurmes und der Hemisphären des Kleinhirnes. 2:1. (B. Stilling.)

li angeschnittene Gyri der Lingula. Die graue Rinde der Hemisphären ist nur teilweise ausgeführt, teilweise sind ihre Grenzen nur skizziert; *v. i.* angeschnittene Windungen des Vermis inferior; *a*, *a* Dachkern; *g*, g^1, g^2 Teile des Kugelkernes; *e* Pfropf (Embolus); *d*, *d* Nucleus dentatus; *c* große vordere Kreuzungskommissur des Wurmes.

dentati, Vliesregion, läßt sich teilweise als konzentrisch gebogene Faserschicht abblättern. Die vom Kerne eingeschlossene Markmasse bildet dagegen den Markkern, Centrum medullare nuclei dentati.

2. Der Dachkern, (Kölliker), Nucleus fastigii, ist im Dache des IV. Ventrikels enthalten, liegt nahe über dem Ventrikelepithel, unter dem Lobulus centralis und der Lingula. Fig. 105, *a*.

Er hat die Form eines abgeplatteten Ellipsoides, reicht nahe an die Medianebene und ist als gelblich durchscheinender Streifen in der weißen Substanz sichtbar. Seine Länge beträgt 9—10, die Breite 5—6, die Dicke 3 mm; sein hinteres Ende pflegt in mehrere Spitzen auszulaufen.

3. Der Pfropfkern, Nucleus emboliformis (Stilling), liegt medial neben dem Nucleus dentatus und hängt mit dessen oberem medialen Ende durch dünne Streifen zusammen. Fig. 105, *e*.

Seine Basis ist nach vorn, die Spitze nach hinten gerichtet. Seine Länge beträgt 13—18, seine größte Dicke 3—4 mm.

4. Der Kugelkern, Nucleus globosus (Stilling), liegt an der lateralen Seite des Dachkernes, oberhalb des Nestes, an der medialen und unteren Seite des vorigen. Fig. 105, g, g^1, g^2.

Er hat Pilzform und kehrt sein dickeres Ende nach hinten. Seine Länge beträgt 12—14 mm, seine größte Breite gegen 4, die größte Dicke gegen 6 mm. An Schnitten, die ihn nicht in seiner Axe treffen, tritt er meist in mehrere Kugeln zerfallen hervor.

f) Die Marksegel, Vela medullaria.

1. Das Velum medullare posterius wird am leichtesten gefunden, wenn man vorsichtig die Tonsilla cerebelli herauslöst (Fig. 120). Es ist ein dünnes Markblättchen, welches lateral an den Flockenstielen, medial am Nodulus des Kleinhirns befestigt ist; kaudalwärts hängt es mit dem Plexus chorioideus ventriculi IV. zusammen. Sein Insertionsrand ist der vordere Teil der Taenia ventriculi IV.; es stellt einen mehr oder minder breiten und dicken, meist sehr zarten vorderen Seitenteil der dünnen Deckplatte des IV. Ventrikels dar.

2. Das Velum medullare anterius; siehe Isthmus rhombencephali und Fig. 97.

C. Isthmus rhombencephali.

Der Isthmus ist ein schmaler, das rostrale Ende des IV. Ventrikels und der Rautengrube umfassender Gehirnteil, welchem die Bindearme, das Velum medullare anterius und die Schleife angehören. Die Fig. 102, 114 gewähren eine deutliche dorsale Ansicht des Isthmus, welcher kaudal vom Kleinhirn, rostral von den Vierhügeln begrenzt wird.

1. Die Bindearme, Brachia conjunctiva. Sie sind, des Zusammenhanges wegen, bereits bei den Stielen des Kleinhirnes (S. 88) beschrieben worden.

2. Das Velum medullare anterius hilft den rostralen Teil des IV. Ventrikels von oben her bedecken; es ist zwischen den Längsbalken der Brachia conjunctiva und dem Kleinhirn ausgespannt und wird dorsal von der mit ihm verwachsenen Lingula des Kleinhirns bedeckt. Durch Zurücklegen des vorderen Randes des Kleinhirnes tritt es frei zu Tage. Im ganzen bildet das Velum medullare anterius eine dünne, hinten breitere und dickere Substanzplatte. Fig. 97 und 102, 114.

Vom rostralen Ende des Velum medullare anterius zum unteren Vierhügelpaare erstreckt sich ein 2 mm breiter längsgefurchter Streifen, Frenulum veli medullaris anterioris. Fig. 102, 114.

3. Die Schleife, Lemniscus. Es gibt eine mediale oder sensible Schleife, Lemniscus medialis (sensitivus) und eine laterale oder Akustikus-Schleife, Lemniscus lateralis (acusticus). Beide verlaufen im Innern der Medulla oblongata und des Pons. Sie erreichen die Oberfläche am Isthmus rhombencephali im Gebiet eines gegen 8 mm langen dreiseitigen Feldes, Trigonum lemnisci, dessen Grenzen gebildet werden durch den Sulcus lateralis mesencephali, durch das Brachium quadrigeminum inferius und durch das Brachium conjunctivum. Fig. 109, 114.

D. Das Mittelhirn, Mesencephalon. Fig. 111.

Das Vierhügel- oder Mittelhirn ist mit dem Isthmus die kleinste der 6 verschiedenen Hirnabteilungen und hat eine dorsale Längsausdehnung von 20, eine ventrale von 10 mm. Erstere erstreckt sich vom kaudalen Rande der Vierhügelplatte bis zur Wurzel des Corpus pineale (Fig. 102, 114); letztere vom rostralen Rande der Brücke zu den Corpora mamillaria (Fig. 107, 109, 111). Die ventrale Fläche der Basis des Mittelhirnes liegt der Sattellehne des Keilbeines gegenüber.

Das Mittelhirn besteht aus einem dorsalen, einem ventralen und einem lateralen Teil. Der dorsale Teil wird gebildet von der Vierhügelplatte, Lamina quadrigemina; der ventrale von den beiden Großhirnschenkeln, Pedunculi cerebri, und der Substantia perforata posterior; der laterale von den beiden Brachia quadrigemina superius et inferius.

Das Mittelhirn wird von einem Längskanal durchzogen, dem Aquaeductus cerebri (Sylvii).

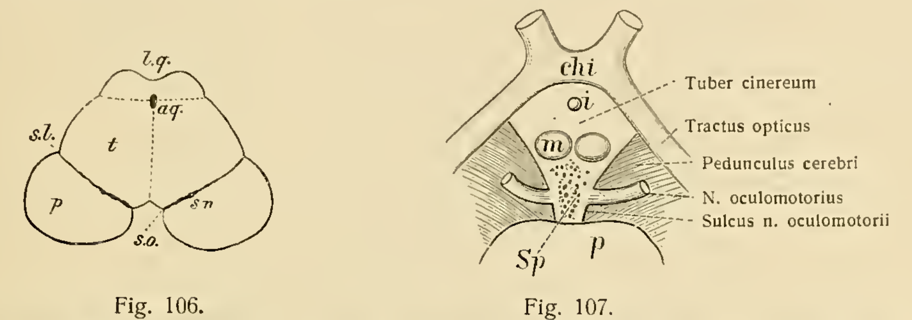


Fig. 106. Fig. 107.

Fig. 106. **Querschnitt durch das Mittelhirn.** *l. q.* Lamina quadrigemina; *aq.* Aquaeductus cerebri; *s. l.* Sulcus lateralis mesencephali; *s. n.* Substantia nigra; *p* Fuß des Hirnschenkels; *t* Haube (tegmentum); *s. o.* Sulcus n. oculomotorii.

Fig. 107. **Basis des Mittelhirnes eines Erwachsenen.**
chi Chiasma opticum; *i* Infundibulum; *p* Pons; *Sp* Substantia perforata post.

I. Die Großhirnschenkel, Pedunculi cerebri. Fig. 107, 112

bilden den ventralen Abschnitt des Mittelhirnes und stellen den weitaus überwiegenden Bestandteil desselben dar.

Sie werden hinten von der Brücke und dem Brückenarme, vorn vom Tractus opticus begrenzt und sind, wie Querschnitte des Mittelhirnes (Fig. 106) deutlich zeigen, in zwei übereinander liegende Abteilungen, den Hirnschenkelfuß, Basis pedunculi, und die Hirnschenkelhaube, Tegmentum, geschieden. Zwischen Hirnschenkelfuß und -Haube liegt eine ansehnliche, mit freiem Auge leicht sichtbare Platte grauer (schwarzbrauner) Substanz, welche aus einem Lager dunkelpigmentierter Nervenzellen besteht, die Substantia nigra. Fig. 106.

Fuß und Haube des Hirnschenkels werden äußerlich durch Furchen voneinander geschieden. Auf der lateralen Fläche durch den Sulcus lateralis mesencephali (Fig. 114), auf der medialen Fläche durch den Sulcus n. oculomotorii (Fig. 97, 107), aus welchem der III. Hirnnerv, N. oculomotorius, an die Oberfläche tritt. Das Tegmentum pedunculi ist dorsal bedeckt von der Lamina quadrigemina.

a) Fuß des Hirnschenkels. Fig. 112.

Beide Hirnschenkelfüße schlagen sofort bei ihrem Hervortreten aus der Brücke eine um etwa 80° divergierende, zugleich aufsteigende Richtung ein und lassen eine schraubenförmige Drehung ihrer zahlreichen Bündel erkennen.

Ihre Breite beträgt anfangs 12—15 mm; im Vordringen verbreitern sie sich auf 18—20 mm und haben eine Gesamtlänge von 10—15 mm. Am Tractus opticus angelangt entziehen sie sich dem Blicke und treten in das Innere des Gehirnes ein. Anfänglich sind sie kaum 2 mm, am Hinterrande der Tractus optici aber 15 mm voneinander entfernt.

Durch die medialen Ränder der Hirnschenkel und die Corpora mamillaria wird eine kleine dreieckige Grube abgegrenzt, Fossa interpeduncularis (Tarini). Ihr Boden enthält neben und in einer medianen Längsfurche eine zerstreute Gruppe von Gefäßlöchern, sowie lateral davon einen freiliegenden basalen Teil des Tegmentum, der undurchlöchert ist. Das durchlöcherte Feld führt den Namen Substantia perforata posterior (Fig. 107). Der hintere Teil der Fossa interpeduncularis wird als Recessus posterior, der vordere als Recessus ant. bezeichnet. Fig. 97.

b) Haube des Hirnschenkels.

Die Haube, Tegmentum, des Hirnschenkels wird durch die Substantia nigra vom Fuße getrennt. Die medialen Flächen beider Hauben hängen miteinander zusammen (Fig. 106); ihre laterale und ein kleiner Teil ihrer unteren Fläche liegen frei; ihre dorsale Fläche hängt mit der Lamina quadrigemina zusammen. An der Stelle, wo die Hauben beider Seiten mit der Lamina quadrigemina zusammenstoßen, liegt der Aquaeductus cerebri.

Die Haube besteht, wie der Fuß, aus einer Anzahl der wichtigsten Längsfaserzüge. Dazu kommen netzförmig verflochtene Längs- und Querfasern mit reichlichen Mengen grauer Substanz und besonderen grauen Kernen. (Näheres darüber siehe weiter unten.)

II. Die Vierhügelplatte, Lamina quadrigemina. Fig. 102, 111, 114.

Sie erstreckt sich vom rostralen Ende des Velum medullare anterius bis zur Wurzel des Corpus pineale. Dieses liegt am unveränderten Gehirn mitten auf dem oberen Abschnitt der Vierhügelplatte, während der vordere Teil des Kleinhirnes das untere Hügelpaar bedeckt. Die Lamina quadrigemina verdankt ihren Namen zwei Hügelpaaren, die ihre Oberfläche krönen, einem oberen umfangreicheren flacheren, und einem unteren kleineren stärker gewölbten Paar, Colliculus superior et inferior.

Die Hügel beider Seiten sind voneinander getrennt durch eine mediane breite Längsfurche, die vorderen von den hinteren durch eine Querfurche, so daß im Ganzen eine Kreuzfurche entsteht. Im vorderen Teil der Längsfurche liegt ein kleiner flacher Wulst, Colliculus subpinealis (Schwalbe). Vom Velum medullare anterius zum hinteren Teil der Längsfurche erhebt sich das schon erwähnte Frenulum veli medullaris anterioris. Links und rechts von seiner Wurzel liegt die Austrittsstelle des IV. Hirnnerven, des N. trochlearis.

III. Die Vierhügelarme, Brachia quadrigemina. Fig. 114.

Vom lateralen Rande des vorderen und des hinteren Hügels geht je ein wichtiger Strang aus, Brachium quadrigeminum, deren es somit je ein oberes und ein unteres Paar gibt.

Das Brachium quadrigeminum superius zieht vom oberen Hügel als scharfgeschnittener markweißer, gegen 2 mm breiter Strang zwischen dem Polster des Sehhügels und dem medialen Kniehöcker lateralwärts sowie abwärts und endlich vorwärts, gelangt in die Gegend des lateralen Kniehöckers und läuft hier teils in den Sehhügel, teils in das laterale Bündel des Tractus opticus aus; es enthält somit eine aus dem oberen Hügel kommende Wurzel des Tractus opticus. Bis zum lateralen Kniehöcker sich erstreckend, hat es eine Länge von etwa 25 mm.

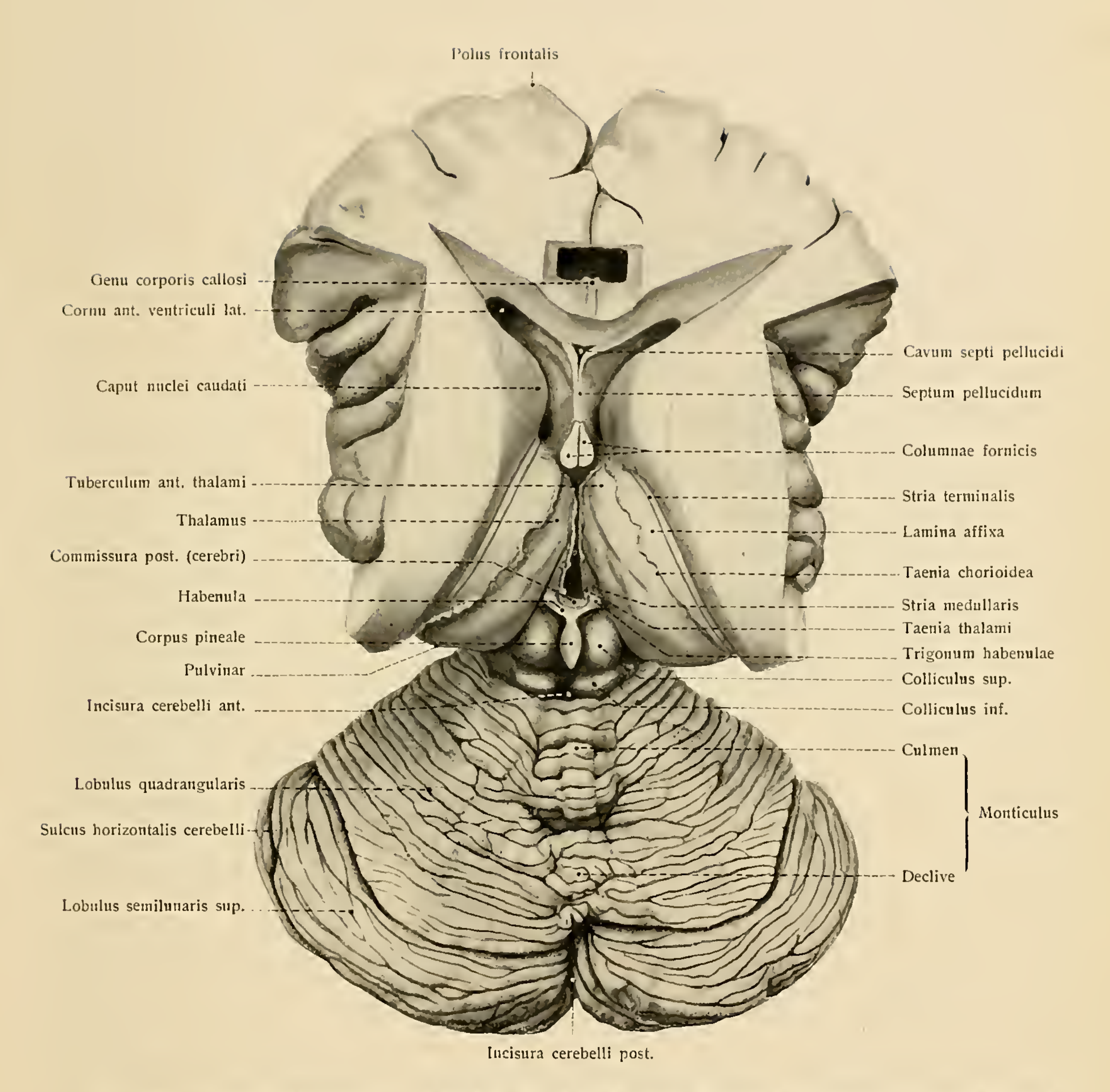


Fig. 108. Dritter Ventrikel, Hirnstamm mit den großen Ganglien, Vierhügel, obere Fläche des Kleinhirns.

Nach medianer Durchschneidung der Commissura hippocampi und des Splenium corporis callosi, nach Entfernung des Occipital- und Temporallappens der Großhirnhemisphären (dieses Stück ist in Fig. 118 dargestellt) und nach Wegnahme der Tela chorioidea ventriculi III.

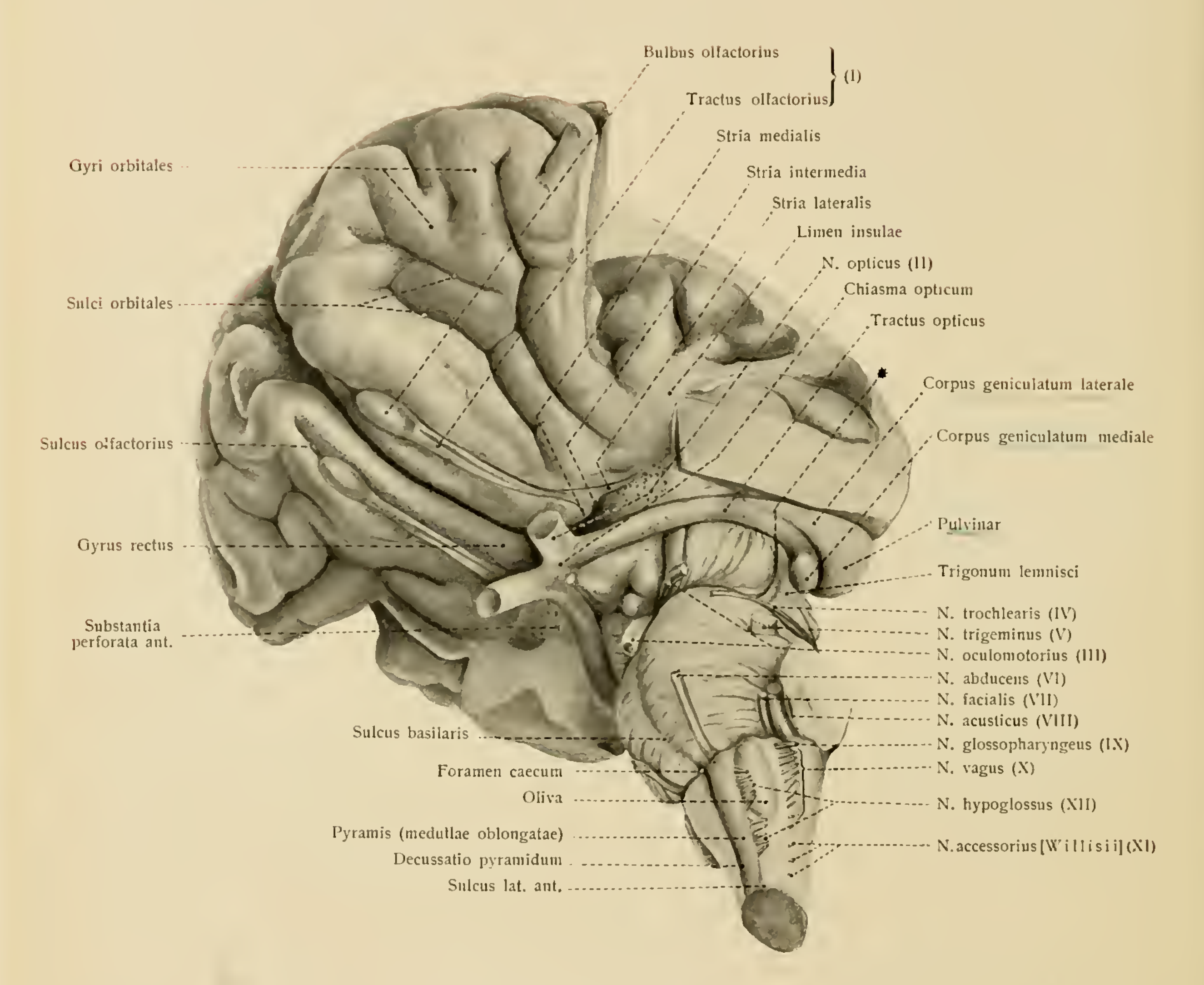


Fig. 109. Hirnstamm und Hirnnerven mit der Insel und einem Teil des Stirnlappens von der Seite und von unten.

* Sulcus lateralis mesencephali.

Das Brachium quadrigeminum inferius ist kürzer, breiter, flacher, weniger weiß, geht vom unteren Hügel aus und verbirgt sich nach einem Laufe von 5—8 mm unter dem medialen Kniehöcker. Jenseits dieses Hügels tritt wieder ein weißer Streifen auf, der in das mediale Bündel des Tractus opticus übergeht.

Aquaeductus cerebri. Fig. 97, 106, 110.

Die Wasserleitung des Mittelhirnes ist 15—20 mm lang, vom Ependym ausgekleidet, stellt, ursprünglich selbst ein weiter Ventrikel, eine kanalartige Verbindung zwischen dem IV. und III. Hirnventrikel dar und mündet in letzteren unter der hinteren Kommissur des Zwischenhirnes. Sie hat dorsal die Vierhügelplatte, ventral die beiden Hauben zur Begrenzung. Der Sulcus longitudinalis fossae rhomboideae setzt sich in den Aquädukt fort, wie Querschnitte lehren. Letztere zeigen zugleich die wechselnden seitlichen und dorsalen Begrenzungslinien. Fig. 110.

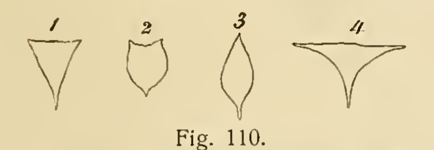


Fig. 110.

Querschnitte durch den Aquaeductus cerebri. (Nach Gerlach.) 4 : 1.

1 Aus der Gegend der hinteren Kommissur; 2 aus der Mitte der oberen Vierhügel; 3 aus dem Ende der unteren Vierhügel; 4 unter dem Velum medullare anterius.

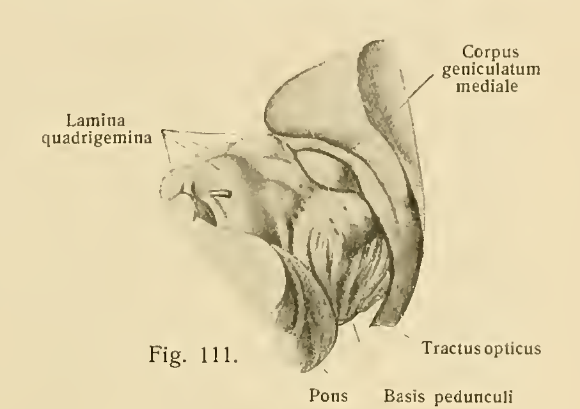


Fig. 111. **Mesencephalon des Erwachsenen.** Rechte Seite. (G. Retzius.)

E. Das Zwischenhirn, Diencephalon. Fig. 112, 123.

Am Zwischenhirn sind 2 Gebiete auseinander zu halten:

1. Der an der Hirnbasis gelegene Hypothalamus. Fig. 112;
2. Das dorsal gelegene Thalamencephalon. Fig. 123.

Der Hypothalamus umfaßt:

1. Die Pars mamillaris, welche die Corpora mamillaria enthält.
2. Die Pars optica, welche enthält
   a) das Tuber cinereum, das Infundibulum und die Hypophysis cerebri,
   b) den Tractus opticus und das Chiasma opticum,
   c) die Lamina terminalis.

Das Zwischenhirn schließt die III. Hirnkammer ein.

I. Hypothalamus.

a) Pars mamillaris hypothalami.

Sie enthält nur die Corpora mamillaria (Fig. 112). Diese sind an der Hirnbasis gelegene halbkugelige oder birnförmige, weiße Erhebungen von 5—6 mm Durchmesser, welche durch eine mediane Spalte voneinander getrennt werden. Sie stehen zu dem Fornix des Endhirnes in Beziehung und schließen graue Substanz ein, die Nuclei corporis mamillaris.

b) Pars optica hypothalami.

1. Tuber cinereum, Infundibulum und Hypophysis. Fig. 97, 112, 115.

Das Tuber cinereum, der graue Höcker, liegt vor den Corpora mamillaria, hinter dem Chiasma opticum und wird lateral von den medialen Rändern der

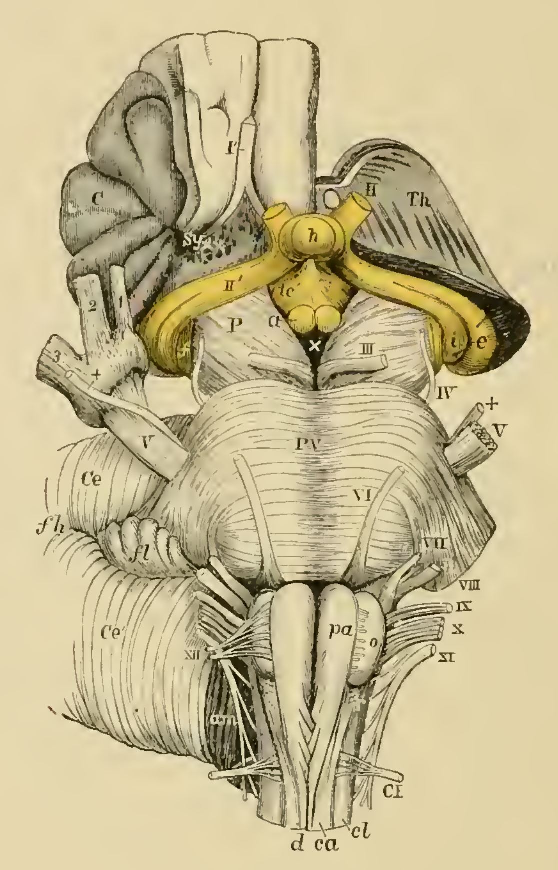


Fig. 112.

Basis des Hirnstammes. Gelb ist der Hypothalamus.

Auf der rechten Seite ist die Insel noch erhalten, während auf der linken Seite die gesamte Hemisphäre lateral von dem Sehhügel abgetrennt ist. — *I'* Tractus olfactorius; *II* N. opticus sinister; *II'* Tractus opticus dexter; das zwischen beiden gelegene Chiasma ist durch den Gehirnanhang (Hypophysis cerebri) verdeckt. *Th* Schnittfläche des linken Sehhügels; *i* Corpus geniculatum mediale; *e* Corpus geniculatum laterale, welche sich an das Sehhügelpolster anlegen; *Sy* Gegend der rechten Sylvischen Grube; *C* Insel; ╳╳ Substantia perforata anterior; *tc* Tuber cinereum mit dem Trichter und Hirnanhange *h*; *a* Corpora mamillaria; ╳ Substantia perforata posterior; *P* Gehirnstiele; *III* Nn. oculomotorii; *IV* Nn. trochleares; *V* sensible, + motorische Wurzel des N. trigeminus; auf der rechten Seite ist die sensible Wurzel mit dem Ganglion semilunare in Verbindung, an dessen hintere Abteilung sich die motorische Wurzel anlegt. 1 Augenast; 2 Oberkieferast; 3 Unterkieferast des N. trigeminus; *PV* Brücke mit ihrer Medianfurche; *Ce* obere, *Ce'* untere Hemisphärenhälfte; *fh* Horizontalfurche des Kleinhirnes; *fl* Flocke; *am* Tonsilla cerebelli; *VI* N. abducens; *VII* N. facialis; *VIII* N. acusticus; *IX* N. glossopharyngeus; *X* N. vagus; *XI* N. accessorius; *XII* N. hypoglossus; *pa* Pyramide des verlängerten Markes; *o* Olive; *r* Seitenstrang der Medulla oblongata; *d* vordere Rückenmarkfurchen am Übergange in die Pyramidenkreuzung; *ca* Vorderstrang des Rückenmarkes; *cl* Seitenstrang desselben; *CI* vordere Wurzel des ersten Cervikalnerven.

Hirnschenkel und der Tractus optici umfaßt. Es ist ein dünnes, graues Blatt, welches einer vorderen Fortsetzung der Substantia perforata posterior des Mittelhirnes entspricht und den Boden der III. Hirnkammer bilden hilft.

Die vordere Lamelle des Tuber cinereum wird durch das Chiasma opticum und zwar durch den hinteren Rand und die dorsale Fläche desselben gegen den Ventrikelraum eingebuchtet, wie am Medianschnitte (Fig. 95 und 97) deutlich zu er-

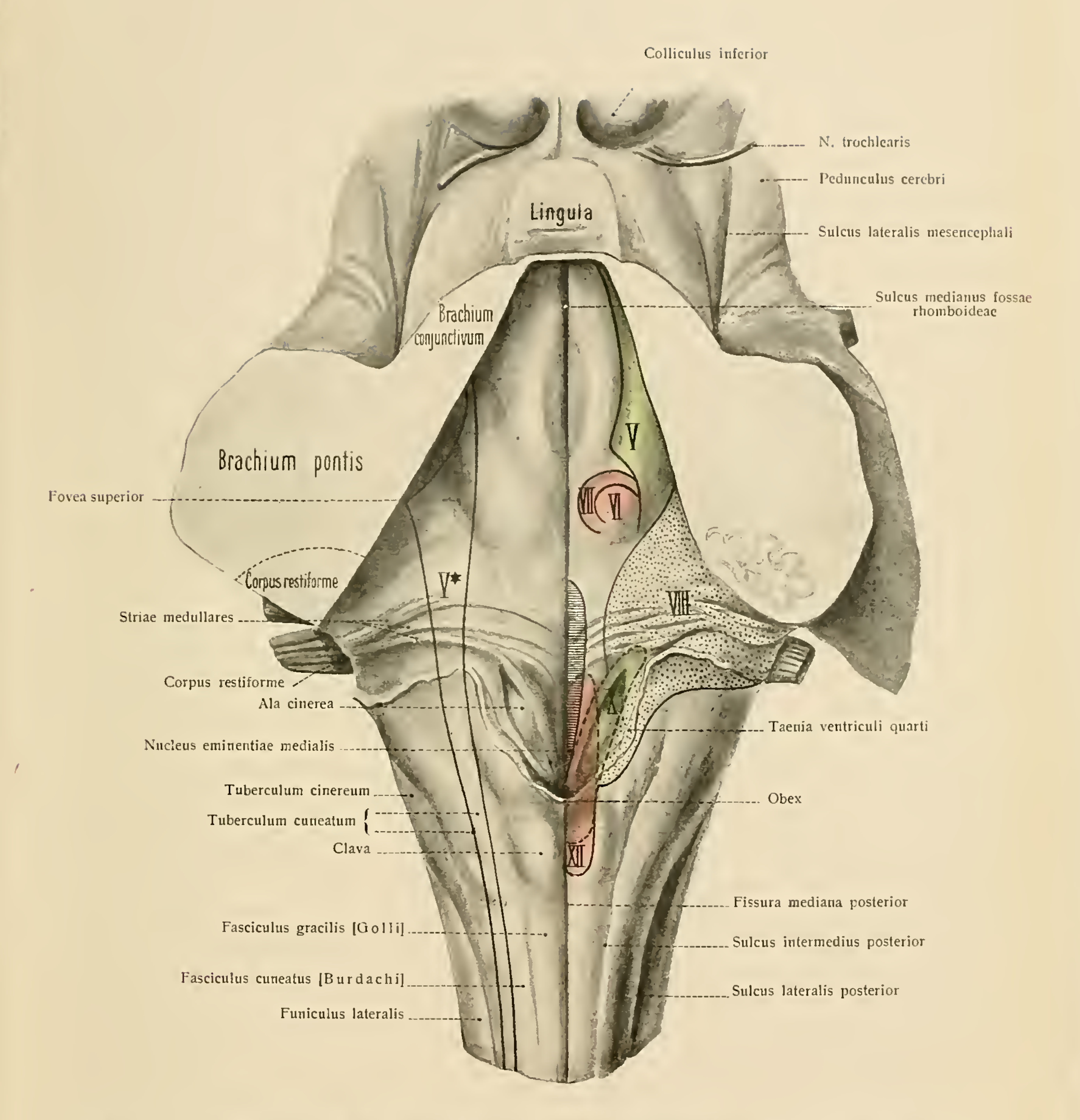


Fig. 113. Oberflächenbild der Rautengrube, Fossa rhomboidea mit der Dorsalprojektion der hauptsächlichsten Kerne (nach Edinger und Streeters etwas geändert).

V. Nuclei nervi trigemini (blau); V* Nucleus tractus spinalis nervi trigemini; VI. Nucleus nervi abducentis (rot); VII. Nucleus nervi facialis (rot); VIII. Nuclei nervi acustici (punktiert); X. Nucleus alae cinereae (Nucleus sensibilis nervi vagi) (blau); XII. Nucleus nervi hypoglossi (rot).

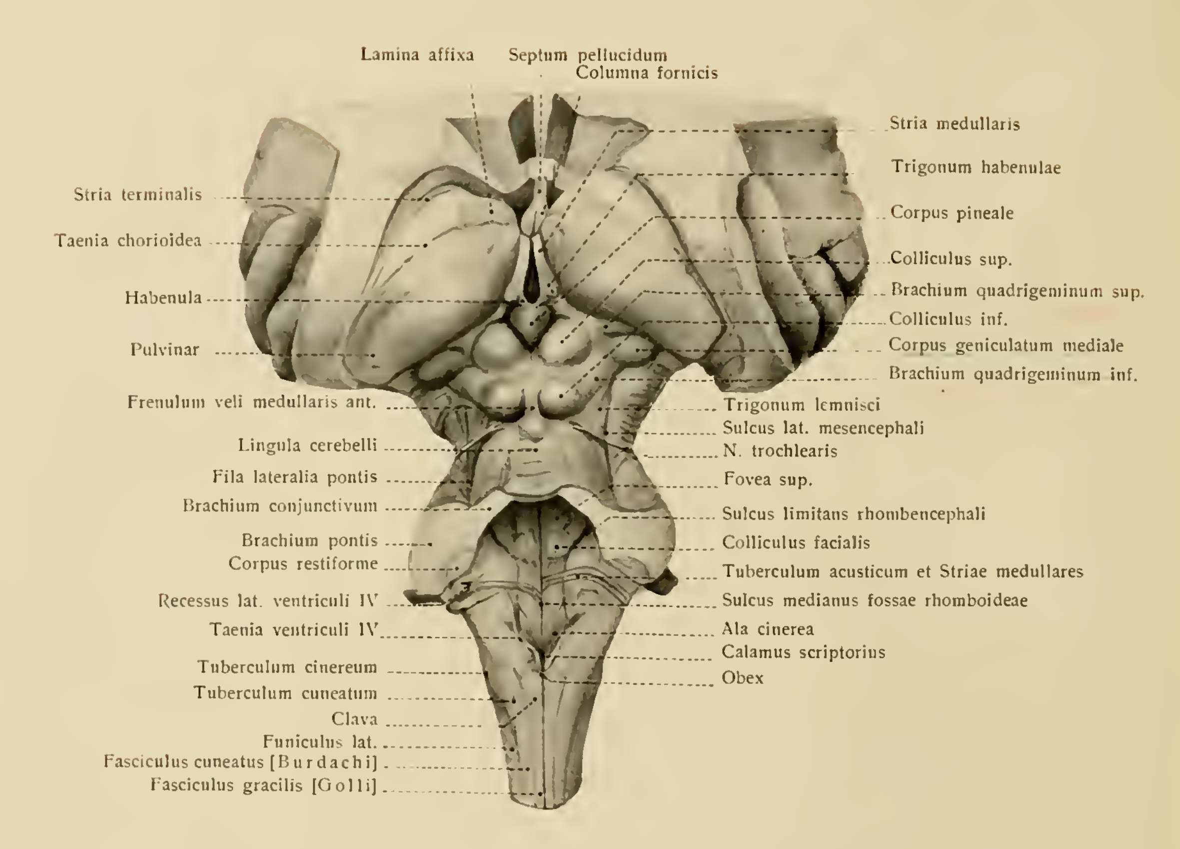


Fig. 114. Hirnstamm, Vierhügelgegend, Rautengrube.

Das Präparat der Fig. 108 nach Durchschneidung der drei Paar Kleinhirnschenkel und nach Entfernung des Kleinhirns.

kennen ist. Vor dem Chiasma erhebt sich in steiler Richtung die Fortsetzung dieses grauen Blattes als Lamina terminalis (Fig. 97), um oberhalb der Commissura anterior cerebri in andere Wandteile des Endhirnes, aber auch unmittelbar in das Dach des Zwischenhirnes überzugehen. Die zwischen der dorsalen Fläche des Chiasma und der Lamina terminalis befindliche Ausbuchtung des III. Ventrikels hat den Namen Recessus opticus. Fig. 97.

Der gesamte graue Boden des Zwischenhirnes, der sich in sagittaler Richtung von den Corpora mamillaria bis zur Lamina terminalis erstreckt und eine Länge von 10—12 mm besitzt, führt samt der Substantia perforata posterior auch den Namen graue Bodenkommissur.

Das Tuber cinereum setzt sich in einen nach unten und vorn gerichteten, trichterförmigen, sagittal abgeplatteten hohlen Zapfen fort, den Trichter, Infundibulum, an welchem die Hypophysis hängt. Die Höhlung des Trichters hat den Namen Recessus infundibuli. Fig. 97.

Von hier aus gelingt es unschwer, durch Injektion des III. Ventrikels mit erstarrenden Massen einen Ausguß des gesamten Ventrikelsystems darzustellen, welcher uns die Formen und den Zusammenhang der einzelnen Kammern im plastischen Bilde zeigt (Fig. 142). Das untere, etwas verdickte, nicht hohle Ende des Infundibulum senkt sich in den Hinterlappen der Hypophysis ein.

Fig. 115.

Ansichten der Hypophysis cerebri und des Infundibulum. 1 Hypophysis von hinten gesehen; 2 Sagittalschnitt durch den vorderen Teil des Bodens vom dritten Ventrikel, Chiasma (*ch*) und Hypophysis (*a*, *b*); 3 Horizontalschnitt durch die Hypophysis. In allen Figuren bedeutet *a* den vorderen Lappen, *b* den hinteren Lappen. Ersterer sendet in 2 bei *a* einen Fortsatz an der vorderen Seite des Infundibulum (*i*) in die Höhe, während *b* hinter diesem Fortsatz durch einen soliden Stiel mit *i* in Verbindung steht. In 3 ist an der Grenze beider Abteilungen ein schon makroskopisch sichtbarer, mit Colloidmasse erfüllter epithelialer Schlauch getroffen, während in derselben Figur in der Abteilung *a* jederseits der Querschnitt einer Vene dargestellt ist. Ferner bedeuten: *o* N. opticus; *ro* Recessus opticus; *c.m* Corpus mamillare.

Der Hirnanhang, Hypophysis (Fig. 97, 112, 115), ist ein länglichrunder, an der oberen Fläche abgeplatteter, mit der Längsaxe quer gestellter Körper, welcher in der Sattelgrube des Keilbeinkörpers ruht und von einer besonderen, durchbohrten Platte der Dura mater, dem Diaphragma sellae, gedeckt wird.

Seine Farbe ist graurötlich, seine Festigkeit ansehnlich. Er besteht aus einem hinteren kleineren, mit dem Infundibulum zusammenhängenden rundlichen Stück, Lobus posterior (Neurohypophyse), und einem vorderen größeren, hinten konkaven Lappen, Lobus anterior (Adenohypophyse), welche verschiedener Abkunft, aber fest miteinander verbunden sind (Fig. 115). Der vordere drüsige Lappen ist äußerlich graurot, innen grau; der hintere wesentlich aus Neuroglia bestehende, ist weicher und von hellgrauer Farbe. Der große vordere Lappen bildet die Hypophyse im engeren Sinne. Das eigentümliche Organ wird bei niederen Wirbeltieren in relativ größerer Ausbildung gefunden.

Mit dem Namen Eminentia saccularis bezeichnet Retzius am menschlichen Gehirn ein Gebilde, welches zwischen den Corpora mamillaria und der Wurzel des Infundibulum seine Lage hat und merkwürdige Beziehungen besitzt zu dem Saccus vasculosus der Knochen- und Knorpelfische, dem es entspricht. Andeutungen desselben sind oft noch am erwachsenen Gehirn vorhanden, deutlicher ist das Gebilde am fetalen Gehirn ausgesprochen. Die beiden seitlichen Teile (vgl. Fig. 112

mit Fig. 117) stellen die Alae laterales der Eminentia saccularis dar, der hintere schmale Fortsatz, Processus intermamillaris, zieht zur intermamillaren Spalte. Der Hohlraum der Eminentia saccularis ist eine Ausstülpung des Ventriculus tertius, Recessus saccularis.

Retzius, G., Über ein dem Saccus vasculosus entsprechendes Gebilde am Gehirn des Menschen. Biolog. Untersuchungen, N. F. VII., 1895.

2. Tractus opticus, Chiasma opticum. Fig. 109, 112.

Der Tractus opticus ist ursprünglich hohl und gleich der Netzhaut des Auges eine Ausstülpung des Zwischenhirnes. In seiner Endform entspringt der Tractus mit mehreren Wurzeln.

Die Radix lateralis steht mit dem Corpus geniculatum laterale in Zusammenhang, die Radix medialis mit dem Corpus geniculatum mediale. Zwischen dem letzteren Gebilde und dem Thalamus dringt ein starkes Bündel des Tractus als Brachium quadrigeminum superius zum oberen Vierhügel; dies ist die Vierhügel-

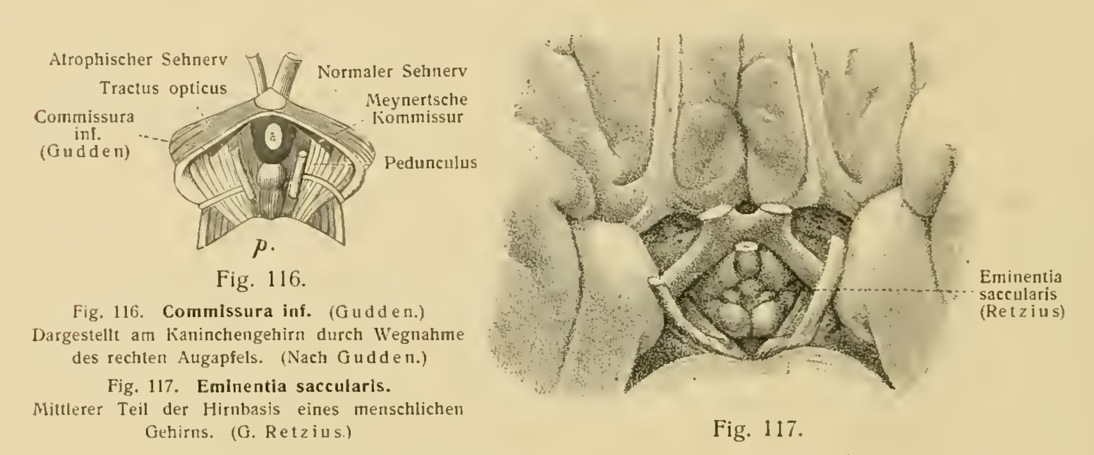


Fig. 116.

Fig. 116. **Commissura inf.** (Gudden.) Dargestellt am Kaninchengehirn durch Wegnahme des rechten Augapfels. (Nach Gudden.)

Fig. 117. **Eminentia saccularis.** Mittlerer Teil der Hirnbasis eines menschlichen Gehirns. (G. Retzius.)

Fig. 117.

wurzel des Tractus; der Rest von Tractusfasern begibt sich teils zum Polster des Sehhügels, die Thalamuswurzel des Tractus bildend, teils unmittelbar zum Endhirn (siehe Sinnesorgane).

Der Tractus opticus windet sich als platter Strang um das vordere Ende des freien Teiles des Hirnschenkels und ist mit letzterem verwachsen. Seine Richtung ist dabei eine median-vorwärts ziehende.

Medial vom Hirnschenkel, die graue Bodenkommissur überschreitend und mit ihr verwachsen, nähern sich beide Tractus immer mehr und treffen vor dem Tuber cinereum und Infundibulum zur Bildung des Chiasma opticum zusammen. Aus letzterem, welches weit hinter dem Sulcus chiasmatis der oberen Keilbeinfläche seine Lage hat, gehen die auseinanderweichenden Nervi optici hervor.

Nach Gudden besteht der Tractus opticus aus zwei wesentlich verschiedenen Bestandteilen: 1. den überwiegenden Sehnervenfasern und 2. der Commissura inferior (Fig. 116). Letztere wird am besten zur Ansicht gebracht durch Exstirpation einer oder beider Retinae. Die Guddensche Kommissur bleibt dabei erhalten, während die Tractus degenerieren. Sie liegt am hinteren Rande des Chiasma und am Innenrande des Tractus. Der Ursprung der Kommissur scheint im Corpus geniculatum mediale gelegen.

3. Lamina terminalis. Fig. 97.

Sie ist ein dünner, morphologisch wichtiger, median gelagerter Hirnteil, welcher von der vorderen Fläche des Chiasma opticum vor der Commissura cerebri anterior und vor den Columnae fornicis aufsteigt, um in das Endhirn und in die Deckplatte des Ventriculus tertius sich fortzusetzen.

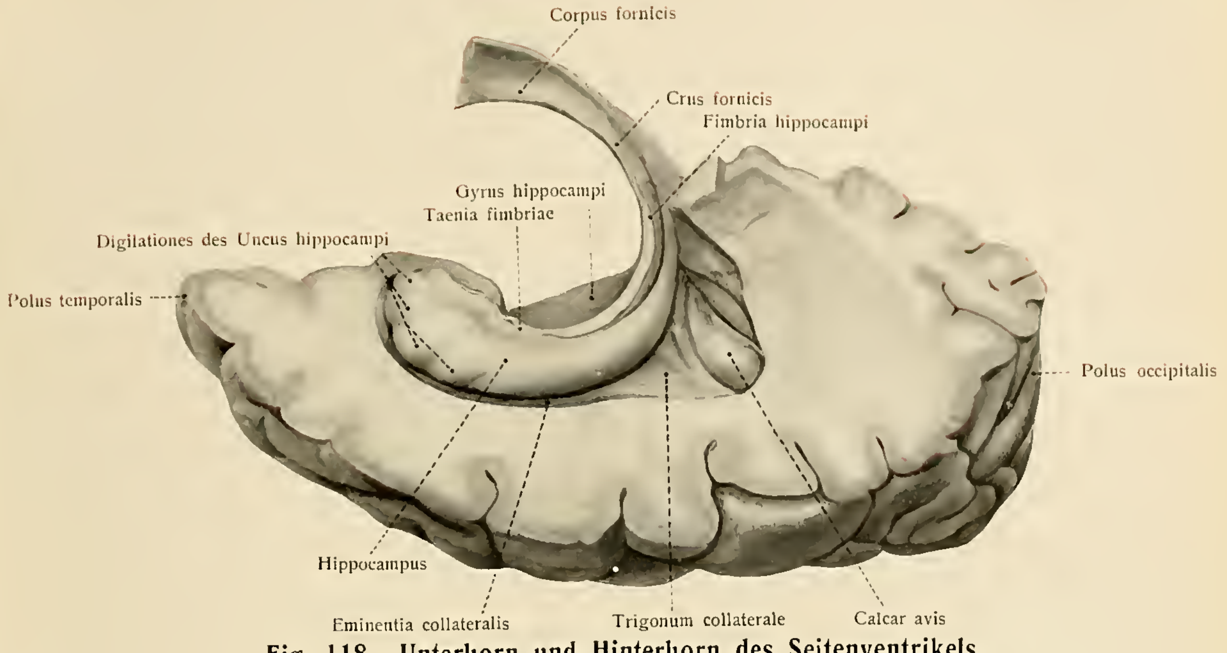


Fig. 118. Unterhorn und Hinterhorn des Seitenventrikels. Fornix und Hippocampus.

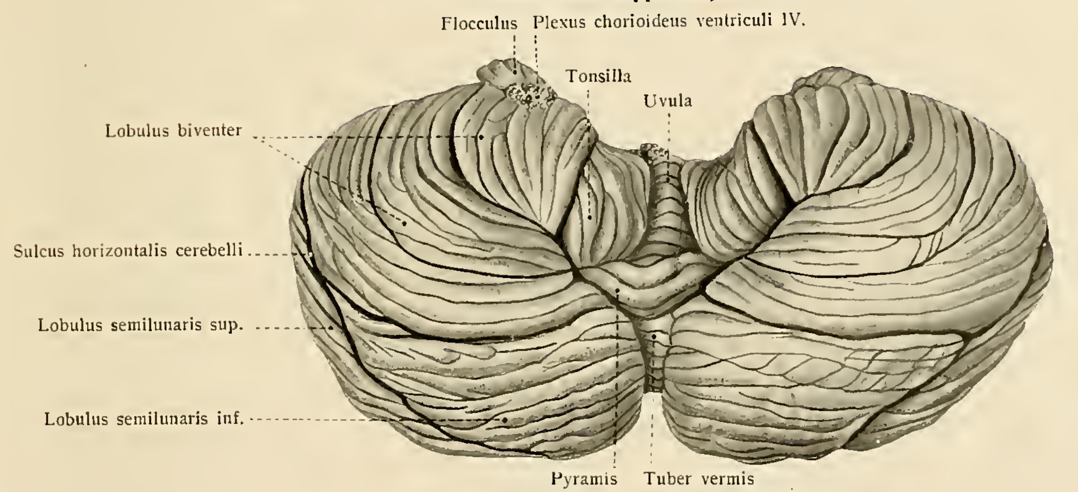


Fig. 119. Kleinhirn, Cerebellum von unten.

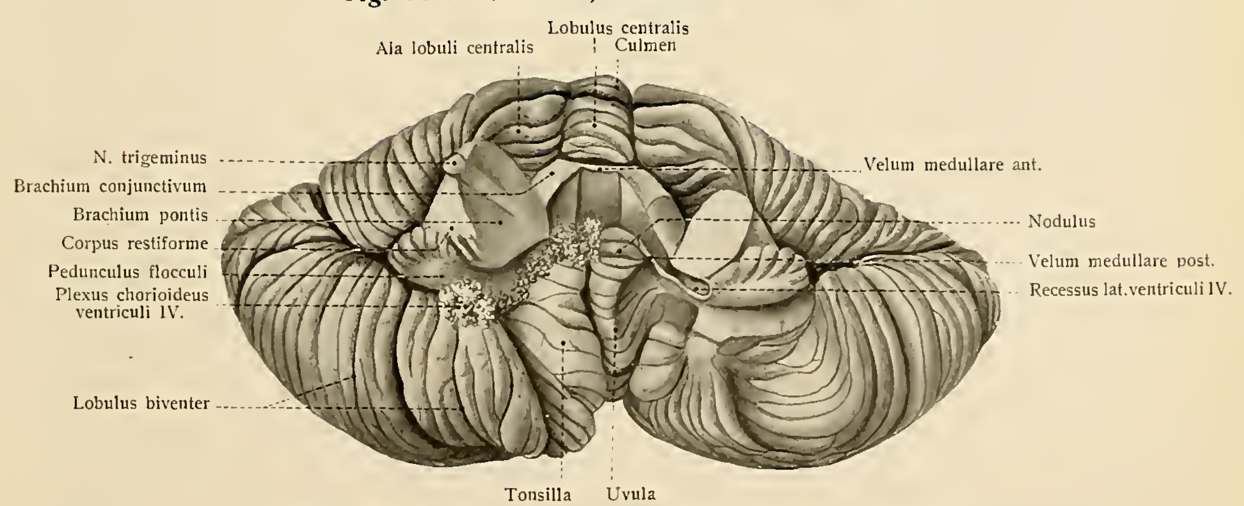


Fig. 120. Kleinhirn, Cerebellum von vorn und unten.
Rechts in der Figur ist die Tonsille entfernt, wodurch der **Nidus avis** sichtbar gemacht ist.

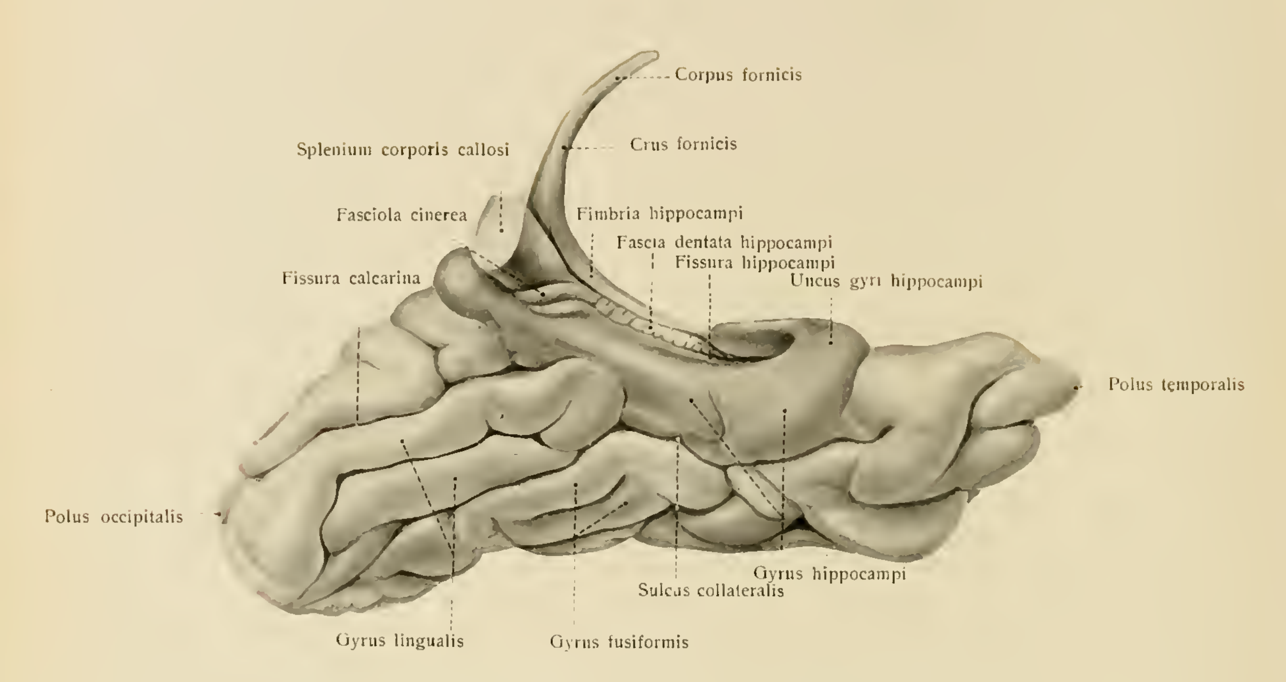


Fig. 121. Fascia dentata hippocampi, Fasciola cinerea.

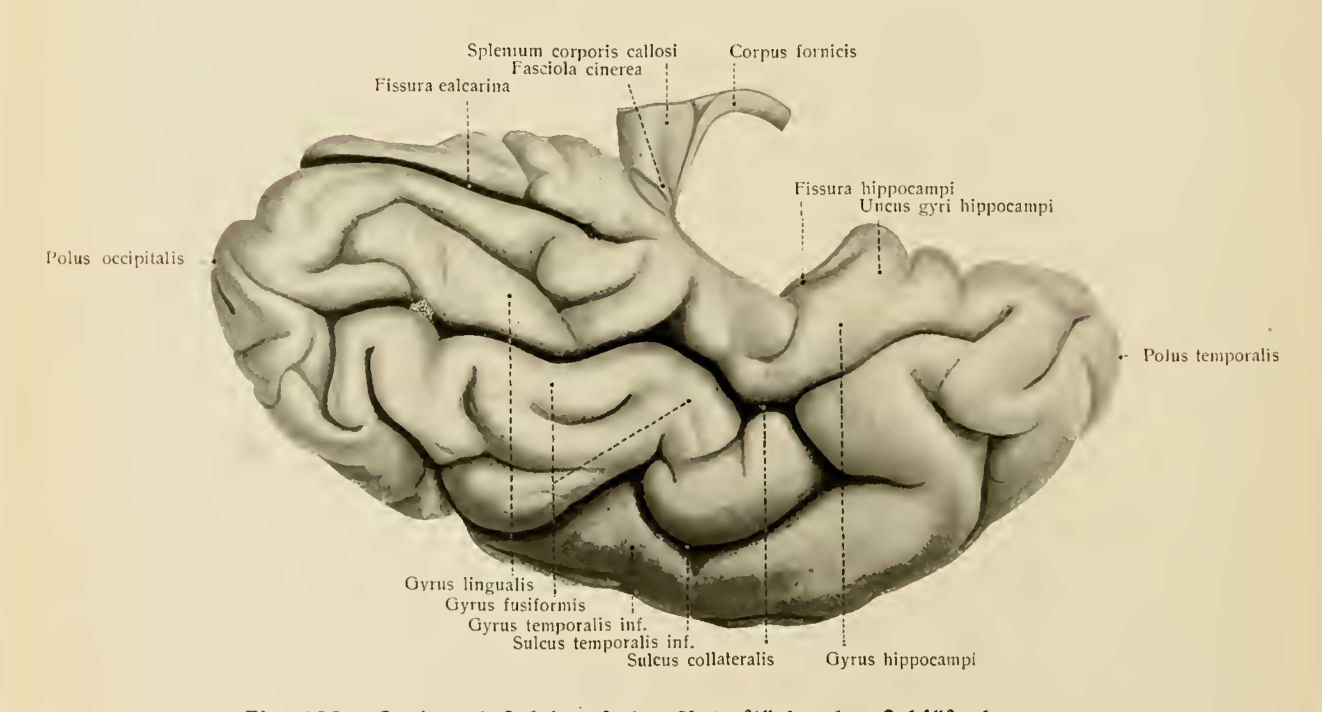


Fig. 122. Gyri und Sulci auf der Unterfläche des Schläfenlappens.

Sie wird von der Hirnbasis aus leicht gesehen, wenn die Stümpfe der Nervi optici nach hinten gezogen werden. Am Medianschnitte des Gehirnes wird zugleich ihre Beziehung zum Ventriculus tertius deutlich. Die Lamina terminalis ist morphologisch das vordere Ende des zentralen Nervensystems. Sie bezeichnet die Stelle des Neuroporus anterior.

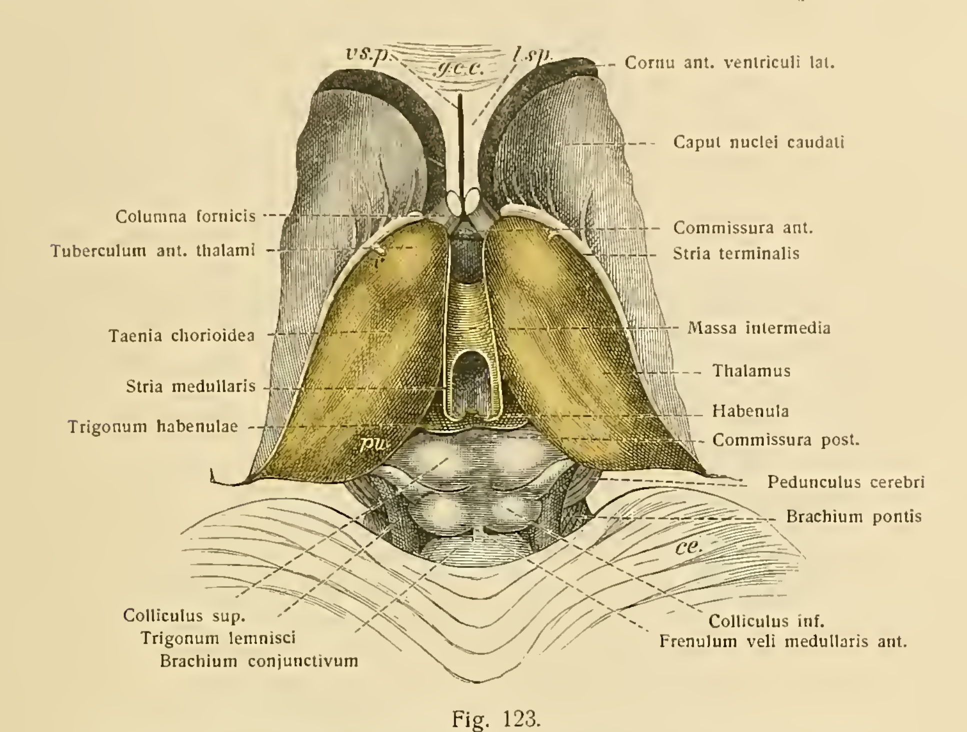


Fig. 123.

Mittelhirn, Zwischenhirn und Schweifkern von oben. Gelb ist das Thalamencephalon.

v. s. p. Cavum septi pellucidi; *g. c. c.* Genu corporis callosi; *l. s. p.* Lamina septi pellucidi; *v* Vena terminalis; *pu* Pulvinar; *ce* Cerebellum.

II. Thalamencephalon.

a) Der Sehhügel, Thalamus.

Der Sehhügel ist ein gebogener, abgeplattet keulenförmiger Körper, an welchem man eine freie dorsale oder obere, in sagittaler Richtung konvexe; eine ventrale, untere, sagittal konkave oder Hypothalamusfläche; eine mediale, im vorderen Teil ventrikulare Fläche, und eine laterale oder kapsulare Fläche (Capsula interna) unterscheidet; hierzu gehören die entsprechenden Ränder, sowie ein vorderes und hinteres Ende. Fig. 97, 102, 108, 109, 114, 123—125, 128—132.

Die freie dorsale Fläche (Fig. 108, 114, 123) zeigt eine weißliche Beschaffenheit, infolge der Gegenwart einer oberflächlichen Markschicht, Stratum zonale. An ihrem Außenrande wird die dorsale Fläche begrenzt von der langgestreckten Stria terminalis, längs welcher die Vena terminalis dicht unter der Oberfläche von hinten nach vorn zieht. Die dünne Substanzschicht, welche über der V. terminalis liegt, dehnt sich noch eine Strecke weit medianwärts aus und bedeckt einen schmalen Streifen der Thalamus-Oberfläche Lamina affixa. An ihrem Rande, Taenia chorioidea, ist der Plexus chorioideus ventriculi lateralis angeheftet. Der mediale Rand der oberen Fläche ist gesäumt durch die Taenia thalami und durch einen Markstreifen, Stria medullaris, welcher hinten in die Stiele, Habenulae, der Zirbel, Corpus pineale, übergeht.

Lateral und ventral von diesem Stiel liegt jederseits ein kleines Feld des Sehhügels, Trigonum habenulae (Schwalbe). Vorn erhebt sich die Sehhügelfläche zu dem stumpf hervorragenden Tuberculum anterius thalami. Das entgegengesetzte hintere Ende springt nach hinten unten vor und führt den Namen Polster, Pulvinar.

Die mediale Sehhügelfläche (Fig. 95, 97) ist grau, soweit sie den III. Ventrikel begrenzt, reicht von der hinteren Kommissur bis zum Foramen interventriculare (Monroi), dorsal bis zur Stria medullaris, ventral bis zum Sulcus hypothalamicus. Etwas vor ihrer Mitte stehen beide mediale Flächen der Sehhügel durch die Massa intermedia in Verbindung, eine sekundäre Brücke grauer Substanz von sehr verschiedener Stärke. Fig. 123, 128, 130.

Die ventrale Fläche des Sehhügels grenzt, wie gesagt, an den Hypothalamus; die laterale Fläche dagegen liegt der Capsula interna an, der markweißen Fortsetzung des Hirnschenkels nach oben. Fig. 128, 129, 131, 132.

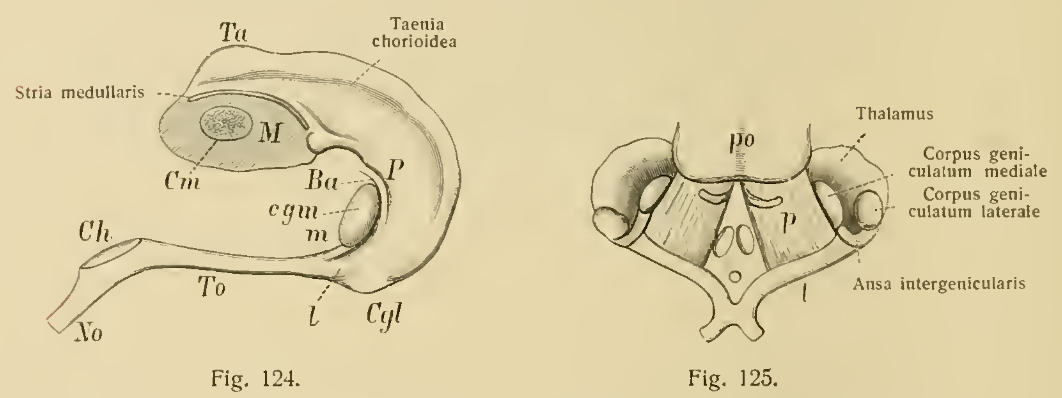


Fig. 124. Fig. 125.

Fig. 124. **Abgelöster Thalamus des rechten Zwischenhirnes von der medialen Seite gesehen mit seinem Übergange in den Tractus opticus** (*TO*).

M mediale (Ventrikel-)Fläche des Sehhügels; *Cm* Massa intermedia; *Ta* Tuberculum anterius des Sehhügels; *P* Gegend des Pulvinar thalami; *Ba* Brachium quadrigeminum superius; *cgm* Corpus geniculatum mediale; *m* mediale Wurzel des Tractus opticus; *l* laterale Wurzel des Tractus opticus; *Cgl* Corpus geniculatum laterale; *To* Tractus opticus; *Ch* Chiasma opticum; *No* Nervus opticus.

Fig. 125. **Basis des Zwischenhirns- und Mittelhirns eines neugeborenen Kindes.** 1 : 1.

po Pons mit dem Sulcus basilaris; *p* Hirnschenkel; zwischen beiden Hirnschenkeln sind die länglichen Corpora mamillaria, das durchschnittene Infundibulum und die beiden Nn. oculomotorii sichtbar; *t* Tractus opticus.

Über die laterale und dorsale Nachbarschaft des Sehhügels belehren vor allem Querschnitte durch das Gehirn im Gebiete des ersteren. Fig. 128, 129.

Untersucht man den Sehhügel als Ganzes, wie er von seiner Nachbarschaft künstlich isoliert vor das Auge tritt, so ergibt sich (Fig. 124) seine gebogene Form. Sein hinteres Ende setzt sich bei *m* und *l* in einen markweißen Strang fort, den Tractus opticus (*To*.) Die Konkavität der aus dem Thalamus und Tractus opticus zusammengesetzten Platte dient zur Aufnahme des Hypothalamus. Dem nach unten umgebogenen hinteren Sehhügelteile sind die beiden Corpora geniculata (*cgm*, *Cgl*) angefügt. Die Verschmälerung des Sehhügels gegen sein umgebogenes unteres Ende findet dadurch statt, daß der mediale Rand von der Zirbelgegend an zuerst mäßig, dann rasch lateralwärts zieht (s. auch Fig. 123). Der laterale Rand der oberen Sehhügelfläche hat dagegen in ganzer Länge eine lateral-rückwärts streichende Bahn.

Der Sehhügel besteht aus grauer und weißer Substanz. Die graue Substanz bildet einen vorderen, einen medialen und einen lateralen Hauptkern, Nucleus ant., medialis, lat. thalami, welche durch Faserschichten, Laminae medullares thalami, voneinander unvollständig getrennt sind, aber auch von Faserzügen durchdrungen werden; sie erscheinen daher auf Durchschnitten

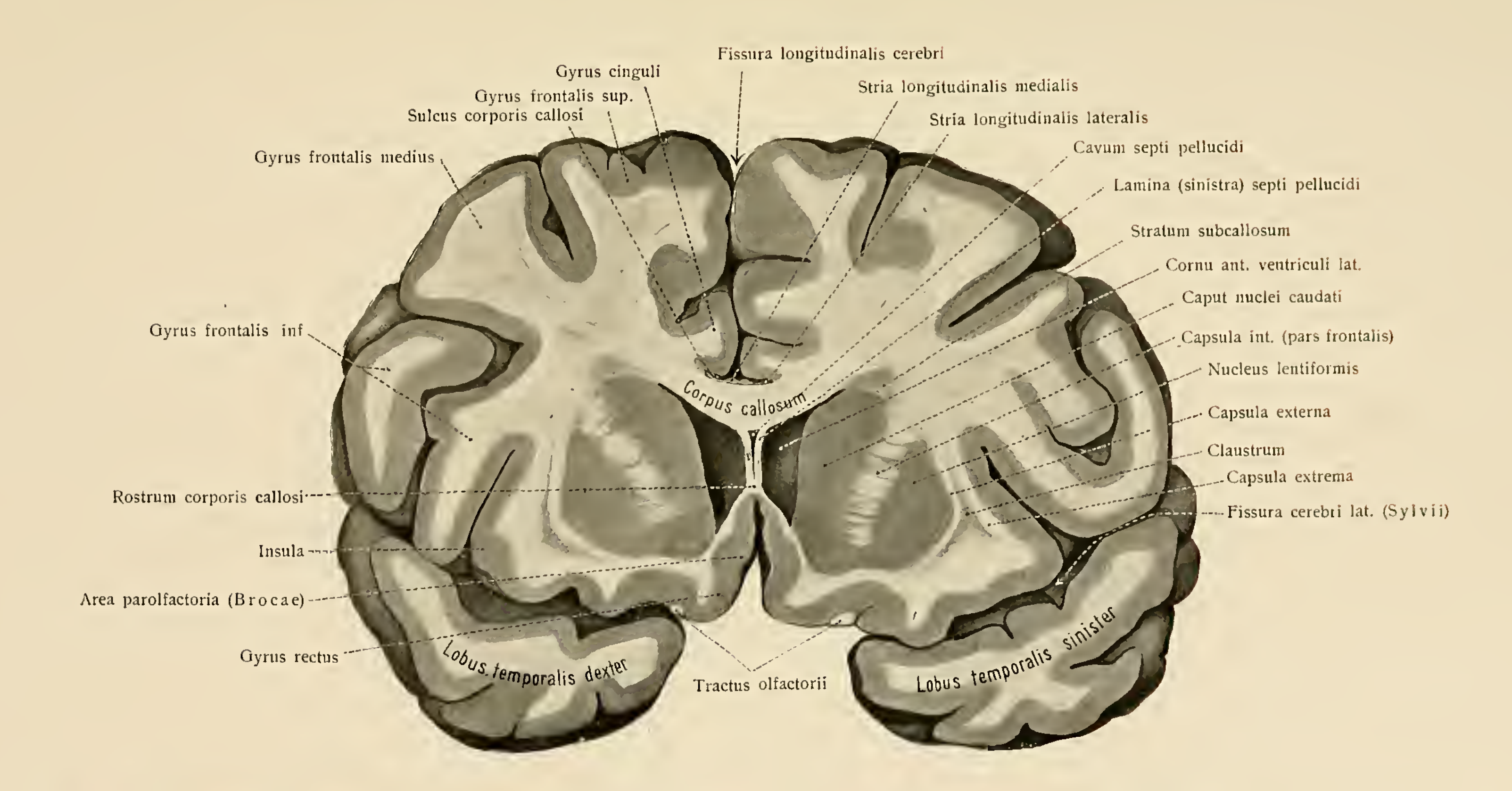


Fig. 126. Gehirn. Frontalschnitt I; durch das Cornu anterius des Seitenventrikels, hintere Schnittfläche von vorn gesehen ($^1/_1$).

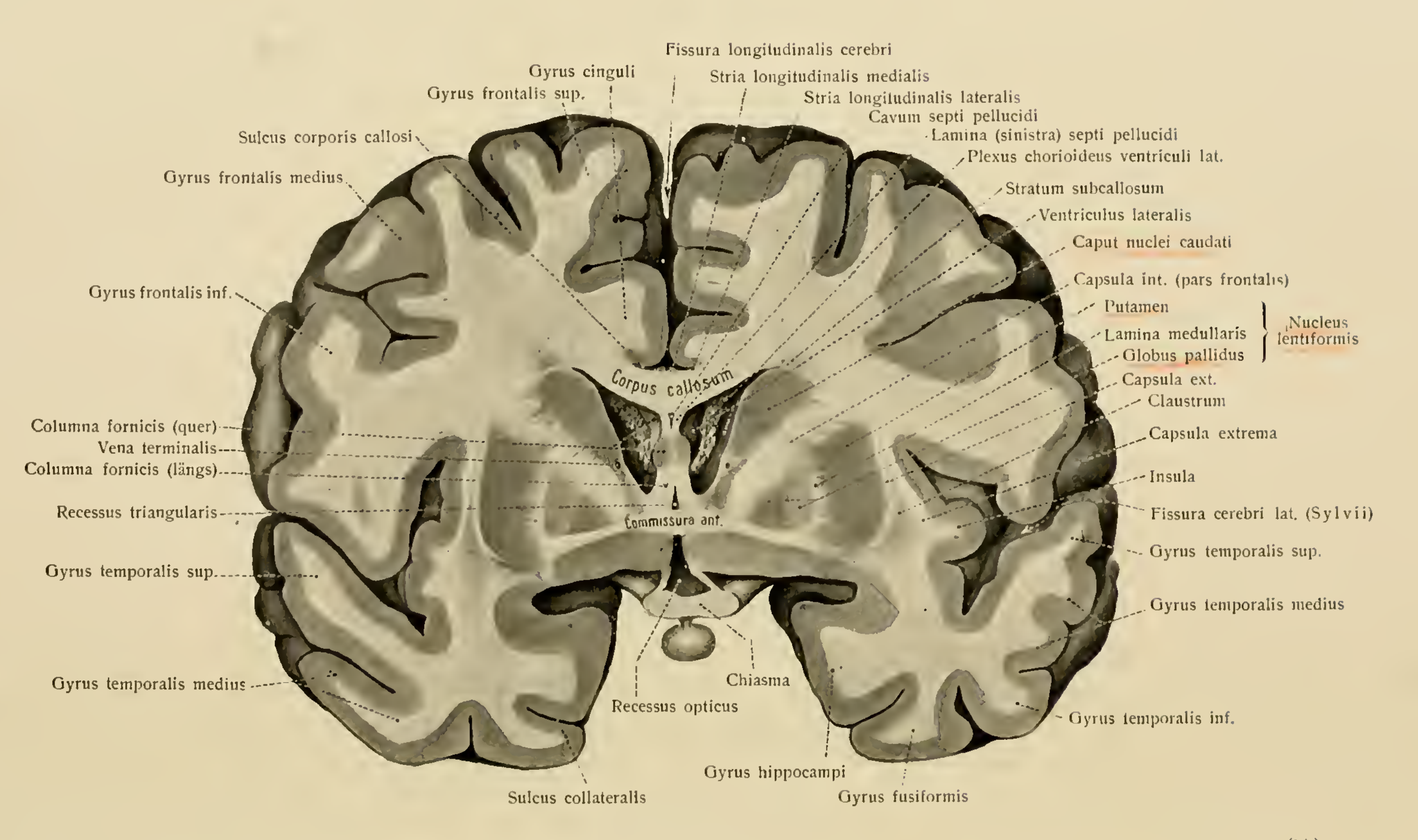


Fig. 127. Gehirn. Frontalschnitt II; durch die Commissura anterior, hintere Schnittfläche von vorn gesehen ($^1/_1$)

streifig. Der vordere Kern bedingt durch seine Lage das Tuberculum anterius thalami; der mediale und laterale sind nur im vorderen Sehhügelteil voneinander geschieden (Fig. 129, 131). Der mediale Kern des Thalamus ist viel kürzer als der laterale und steht mit dem den III. Ventrikel umgebenden zentralen Grau in Verbindung.

Zu ihnen gesellt sich noch ein kleiner mittlerer Kern (Zentralkern, Centre median von Luys), sowie das Corpus patellare von Tschisch, welches zwischen dem mittleren Kern und den Fasern gelegen ist, die vom roten Kern des Mittelhirns zum lateralen Kern des Thalamus verlaufen.

Über die Lage der drei Kerne orientiert der Horizontalschnitt Fig. 131. Die laterale Wand des Thalamus und seines lateralen Hauptkerns, welcher an die Capsula interna grenzt, ist ausgezeichnet durch eine reiche Einstrahlung von Nervenfasern aus den verschiedensten Gebieten der Endhirnhemisphären. Man nennt diese Einstrahlung den Stabkranz des Thalamus. So dringen vom Stirnhirn Faserbündel in den vorderen Teil des lateralen Kernes ein; sie werden im besonderen vorderer Stiel des Thalamus genannt. Der hintere Teil des lateralen Kerns nimmt Faserstrahlungen auf aus dem hinteren Teil des Stirnlappens, dem Scheitel-, Schläfen- und Hinterhauptlappen, besonders aus dem letzteren; sie laufen zum Pulvinar. Da letzteres auch einen Teil des Tractus opticus aufnimmt, so ist hier die Faserstrahlung besonders stark und hat den Namen Sehstrahlung erhalten. Die Art der Einstrahlung der Stabkranzfasern in die laterale Sehhügelfläche ist dadurch besonders gekennzeichnet, daß sie in der peripherischen Zone derselben ein Geflecht von Bündeln der verschiedensten Richtung bilden, welches graue Substanz in seinen Maschenräumen enthält. Diese schmale gemischte Schicht heißt Gitterschicht, Stratum reticulatum. Nach innen hin verdichtet sich diese Schicht zu einer dünnen Marklamelle, Lamina medullaris externa des Sehhügels. Sie geht ventral in die dorsale Schicht des Hypothalamus über. Fig. 129.

An der Basis des vorderen Kernes des Thalamus breitet sich ein von der Tiefe kommender Strang markhaltiger Fasern trichterförmig aus, das Vicq d'Azyrsche Bündel, Fasciculus thalamomamillaris (Fig. 128; siehe auch Fig. 97). Es kommt vom Corpus mamillare, durchdringt bogenförmig aufsteigend den Hypothalamus und die unteren Teile des Thalamus und gelangt so zu dessen vorderem Kern.

Die an der ventrikularen Wand des Thalamus befindliche graue Substanz, das zentrale Grau oder das Höhlengrau des III. Ventrikels, liefert die sekundär entstandene Massa intermedia, ist durch den unteren Thalamusstiel (Fig. 128) von dem medialen Kern des Thalamus abgegrenzt und setzt sich ventral in die graue Bodenkommissur fort. Das Höhlengrau enthält außer dem unteren Teil des Vicq d'Azyrschen Bündels die Pars tecta columnae fornicis (Fig. 97), welche zum Corpus mamillare zieht. Vor und unter der Massa intermedia ist das Höhlengrau beträchtlich verdickt. Aus dem hinter der Massa intermedia gelegenen Gebiet ist das Ganglion habenulae mit dem Nucleus habenulae besonders zu erwähnen; aus ihm entspringt ein Bündel markhaltiger Fasern, das Meynertsche Bündel, Fasciculus retroflexus (Meynerti), s. Tractus habenulopeduncularis.

b) *Metathalamus.*

Die beiden Kniehöcker, *Corpora geniculata.* Fig. 109, 111, 112, 114, 124, 125.

Verfolgt man von der Hirnbasis aus den Tractus opticus in seiner Bahn um den Hirnschenkel zentralwärts gegen das untere Ende des Thalamus hin (Fig. 109), so sieht man ein laterales Bündel des Traktus zu einer kleinen länglichen Anschwellung ziehen, welche mit dem unteren Thalamusende zusammenhängt: es ist dies das Corpus geniculatum laterale (Fig. 109, 111, 112). Ein mediales Bündel des Traktus dagegen erreicht eine viel schärfer abgegrenzte Anschwellung

an der ventralen Seite des Pulvinar, von letzterem äußerlich geschieden durch das Brachium quadrigeminum superius: dies ist das Corpus geniculatum mediale. Die Länge dieses Körpers beträgt 8, seine Breite 4 mm. Beide Kniehöcker sind als besondere Auswüchse des Thalamus zu betrachten.

Eine zwischen beiden Corpora geniculata von Rauber beobachtete Verbindungsschleife zeigt Fig. 125 unter der Bezeichnung Ansa intergenicularis.

c) Epithalamus.

a) Die Zirbel, Corpus pineale. Fig. 97, 102, 108, 114, 130, 132.

Die Zirbel, Epiphysis, ein sonderbarer unpaarer Körper von der Form eines Pinienzapfens, liegt am hinteren Ende der Sehhügelgegend und überragt dieselbe rückwärts, indem sie sich mehr oder weniger weit über die Vierhügelplatte erstreckt. Ihre Länge erreicht bis 12, die Breite 8, die Dicke 4 mm. Ihre Spitze ist nach hinten, ihre Basis nach vorn gerichtet.

Sie geht aus einer kleinen dorsalen Falte der dorsalen Hirnwand hervor und enthält häufig noch in ihrer Endform einen Rest des III. Ventrikels, den Ventriculus pinealis; beständig zeigt sie noch eine Ausbuchtung des III. Ventrikels gegen ihre verjüngte Basis, den Recessus pinealis (Fig. 97), der von der oberen und unteren Lamelle der Zirbel eingeschlossen wird.

Die Zirbel entsendet nach rechts und nach links je einen Stiel zum Thalamus, Habenula, welcher sich in die Stria medullaris fortsetzt (Fig. 102, 108, 114, 123). Beide Habenulae sind miteinander verbunden durch die Commissura habenularum. An der Stelle, wo die Habenula den Thalamus trifft, befindet sich ein dreiseitiges Feld, Trigonum habenulae, welchem ein Kern, Nucleus habenulae, entspricht. Fig. 108, 114, 123, 132.

Die Tela chorioidea ventriculi tertii (s. Hirnhäute) inseriert nicht am freien Rande der Habenulae, sondern auf der oberen Fläche der Zirbel. So kommt eine zweite Zirbelausbuchtung des III. Ventrikels zustande, der Recessus suprapinealis (Reicherti); seine obere Fläche wird von der Tela und ihrem Epithel, seine untere von der dorsalen Zirbelfläche gebildet.

Die obere Lamelle der Epiphysis zeigt nach Entfernung der Tela chorioidea folglich einen freien Saum; in ihm, aber auch in der Zirbel selbst und in der Tela, findet man meist gelbe sandartige Körnchen, den sogenannten Hirnsand, Acervulus, welcher aus phosphor- und kohlensaurem Kalk und einer organischem Grundlage besteht. Fig. 205.

In der Zirbel vermutete man früher den Sitz der Seele (Descartes). In neuerer Zeit fällt sie dagegen, gleich der Hypophysis, den rudimentären Organen zu. Die Zirbel ist, wie erwähnt, das Erzeugnis einer kleinen Falte der dorsalen Hirnwand, und zwar der kaudalsten von mindestens drei solchen Falten, die im Reiche der Wirbeltiere vorkommen und bei ihrer weiteren Ausbildung zu eigentümlichen Organen sich gestalten, den sogenannten Epiphysen des Zwischenhirns. Eine dieser Epiphysen, das Parietalorgan genannt, ist mit guten Gründen auf ein ursprüngliches, augenähnliches Sinnesorgan zu beziehen, wie besonders deutlich die Untersuchungen von Spencer an Reptilien gezeigt haben. Näheres über diese Frage siehe die Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie, sowie die zusammenfassende Darstellung von Gaupp in Merkel und Bonnets Ergebnissen 1897.

Braem, F., Epiphysis und Hypophysis bei Rana. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 63, 1898. — Leydig, F., Zirbel und Jacobsonsches Organ einiger Reptilien. Arch. mikr. Anat. Bd. 50, 1897. — Melchers, T., Über rudimentäre Hirnanhangsgebilde beim Gecko (Epi-, Para- und Hypophysis). Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 67, 1900. — Minot, Ch. S., On the morphology of the pineal region. Amer. Journ. of Anat. 1, 1901. — Spencer, B., On the presence and structure of the pineal eye etc. Quart. Journ. micr. Sc.

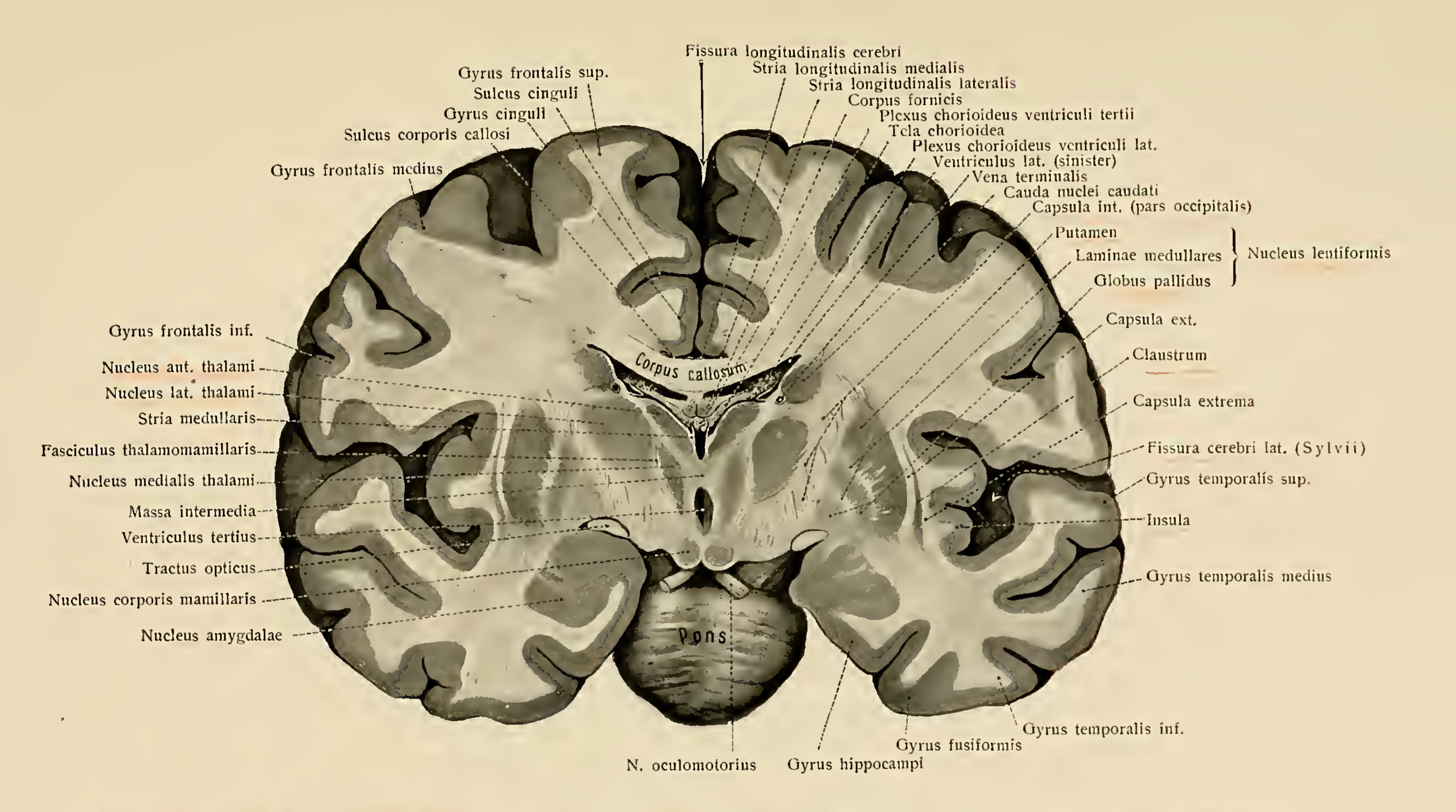


Fig. 128. Gehirn. Frontalschnitt III; durch die Massa intermedia, hintere Schnittfläche von vorn gesehen (1/1).

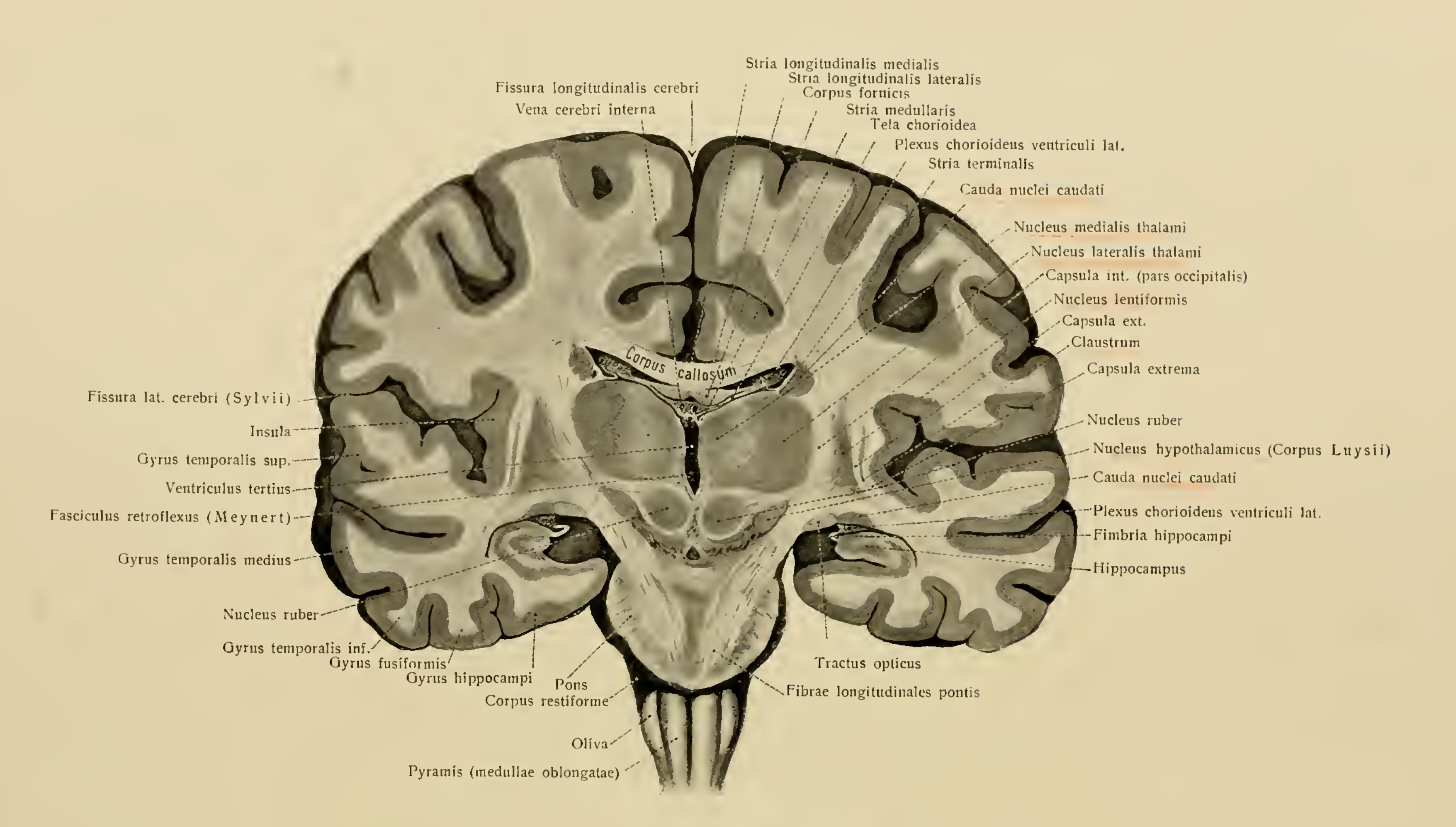


Fig. 129. Gehirn. Frontalschnitt IV; dicht vor der Commissura posterior, hintere Schnittfläche von vorn gesehen (1/1).

Bd. 27, 1886. — Studnicka, F. K., Zur Kenntnis der Parietalorgane und der sog. Paraphyse. Verhandl. anat. Ges. XVIII, 1900.

b) Die hintere Kommissur, *Commissura posterior (cerebri).* Fig. 97, 102, 108, 123, 130.

Sie ist ein auf dem Querschnitt halbmondförmig gestaltetes Bündel querverlaufender Nervenfasern von eigentümlichem verwickelten Verlauf. Der konvexe Rand des Querschnittes ragt nach vorn. Dorsal wird sie vom Eingange in den Recessus pinealis, ventral von dem Eingange in den Aquädukt begrenzt. Fig. 97.

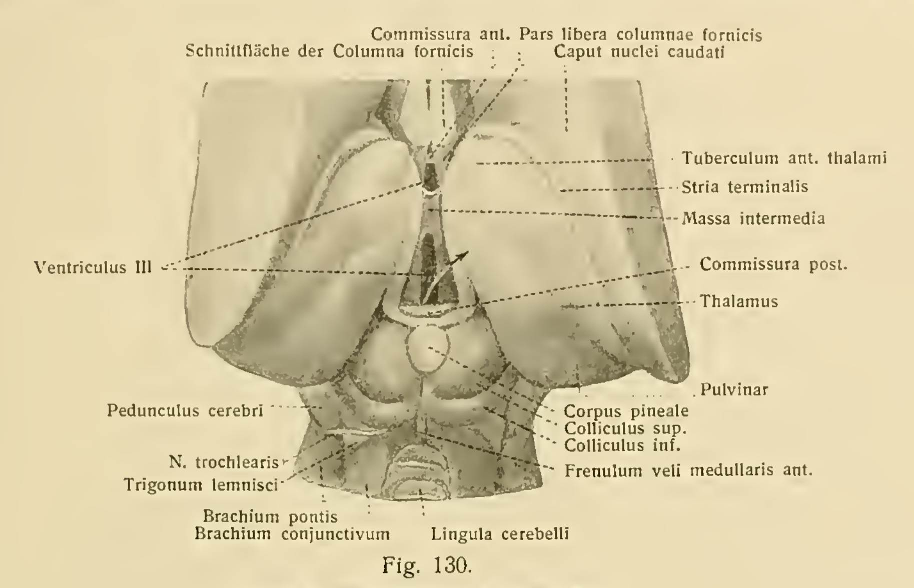


Fig. 130.

Zwischen- und Mittelhirn, dorsale Fläche.
Ein Pfeil dringt aus dem Aquaeductus cerebri durch den Ventriculus III aufwärts. Die Lamina affixa und Taenia chorioidea sind hier nicht dargestellt, siehe darüber Fig. 108.

Man sieht ihren Mittelteil leicht vom III. Ventrikel aus (Fig. 130); aber auch durch Umklappen der Zirbel nach vorn kann sie als weißer Strang sichtbar gemacht werden. Fig. 102.

Der III. Ventrikel, *Ventriculus tertius.* Fig. 95, 97, 102, 108, 114, 123, 127—130, 132.

Die III. Hirnkammer, Ventriculus tertius, ist ein schmaler, hinten etwas breiterer, vorn sich vertiefender Raum, welcher sich zwischen den Wänden des Zwischenhirns befindet und vorn durch die Lamina terminalis, sowie durch Teile des Endhirns abgeschlossen wird (Columnae fornicis, Commissura cerebri anterior). Hinten geht er durch den Aditus ad aquaeductum cerebri in den Aquaeductus cerebri über, vorn und seitlich setzt er sich durch das wichtige Foramen interventriculare (Monroi), einer ovalen Pforte zwischen der Columna fornicis und dem Sehhügel, jederseits in den Seitenventrikel des Endhirns fort (Fig. 95). Mitten durch ihn hindurch zieht die variable Massa intermedia, welche durch eine (sekundäre) Verklebung der einander gegenüberstehenden Thalamusflächen entsteht.

Besondere Ausbuchtungen des III. Ventrikels sind: die Recessus triangularis, opticus, infundibuli, pinealis, suprapinealis (Fig. 95, 97). Am Medianschnitt des Gehirns übersieht man dieselben am besten mit Ausnahme des Recessus triangularis, welcher an einem Präparat, wie es Fig. 123 darstellt, am deutlichsten ist. Er liegt zwischen der Commissura ant. und den beiden

Columae fornicis (Fig. 127). Der Recessus opticus befindet sich zwischen Lamina terminalis und Chiasma opticum. Der Recessus infundibuli ist im Infundibulum enthalten. Er liegt hinter dem Chiasma opticum. Fig. 97.

Über den Recessus pinealis und suprapinealis s. oben beim Corpus pineale.

Der hintere Teil des Ventrikelbodens zeigt eine mediane Längsfurche, die Fortsetzung des Sulcus medianus des Aquäduktus. Die Seitenwände des Ventrikels zeigen den vom Foramen interventriculare (Monroi) zum Aquädukt ziehenden Sulcus hypothalamicus (Fig. 95). Die Seitenwände des Ventrikels werden von den medialen Wänden des Zwischenhirns, die vordere Wand von der Lamina terminalis, den Columnae fornicis und der zwischen ihnen freiliegenden Commissura ant. (cerebri) gebildet. Die hintere Wand besteht aus der hinteren Kommissur und der Zirbelbasis. Die untere Wand wird gebildet hinten vom Hirnschenkel, vorn von der grauen Bodenkommissur mit ihren verschiedenen Bestandteilen (Substantia perforata posterior, Corpora mamillaria, Tuber cinereum mit Infundibulum, Chiasma opticum). Ihre obere Wand, die Deckplatte des III. Ventrikels, Tegmen ventriculi III, ist ein Teil der Tela chorioidea ventriculi tertii (siehe Hirnhäute). Dorsal von der Tela chorioidea und ihrem dem III. Ventrikel zugehörigen Gefäß-Plexus liegen als sekundäre Bedeckungen des Ventrikels Teile des Gewölbes und Balkens des Endhirns. Siehe Fig. 95, 97, 128, 129.

F. Das Endhirn, Telencephalon.

Das Endhirn, die vorderste und größte der 6 Hauptabteilungen des Gehirns besteht:

1. aus den beiden symmetrisch gestalteten Halbkugeln (Hemisphaeria) und
2. aus den Verbindungen beider Hemisphären miteinander: Lamina terminalis (graue Schlußplatte), schon bei dem Zwischenhirn beschrieben S. 101), Corpus callosum (Balken) und der vorderen Kommissur.

Verbindungen: Das Endhirn steht, abgesehen von Leitungsbahnen, nur mit dem zunächst angrenzenden Zwischenhirn in Zusammenhang, obwohl es während seiner Entwicklung alle hinter ihm gelegenen Hirnabteilungen, von oben her allmählich bedeckt. Man sieht daher an einem unversehrten Gehirn bei dorsaler Betrachtung nichts anderes als das Endhirn und muß letzteres, soweit es auf den übrigen Abteilungen aufliegt, entfernen, um deren dorsale Ansicht zu gewinnen (Fig. 92, 98—100, 108, 114 zu vergleichen). Fig. 108 enthält vorn noch einige Gebilde des Endhirns und läßt zugleich erkennen, daß die Verbindung des Endhirns mit dem Zwischenhirn nur an der vorderen und seitlichen Fläche des letzteren statt hat.

Lage. Beide Hemisphären bedecken mit ihrer Basis die vordere und mittlere Schädelgrube, sowie das Dach der hinteren Schädelgrube und nehmen mit ihrer Masse den bis zum Schädelgewölbe reichenden Raum fast ganz ein.

Gewicht siehe S. 67.

Form. Beide Hemisphären sind durch eine tiefgreifende, im mittleren Gebiet bis auf den Balken und unter dem Balken bis auf das Gewölbe reichende, vor und hinter dem Balken aber durchdringende Spalte voneinander geschieden. Der ventral vom Balken gelegene Spaltenteil wird Cavum septi pellucidi genannt. Die bis zum Balken reichende, vor und hinter ihm durchdringende große Spalte heißt Fissura longitudinalis cerebri. Als Fissura cerebri transversa ist bereits jene große horizontale Spalte bekannt geworden, welche zwischen dem Groß- und Kleinhirn von hinten eindringt. S. 66.



Fig. 131. Gehirn. Flachschnitt I.
Rechts durch das Tuberculum ant. thalami, links (etwas tiefer) durch das Foramen interventriculare [Monroi]. Untere Schnittfläche von oben gesehen ($^{9}/_{10}$).

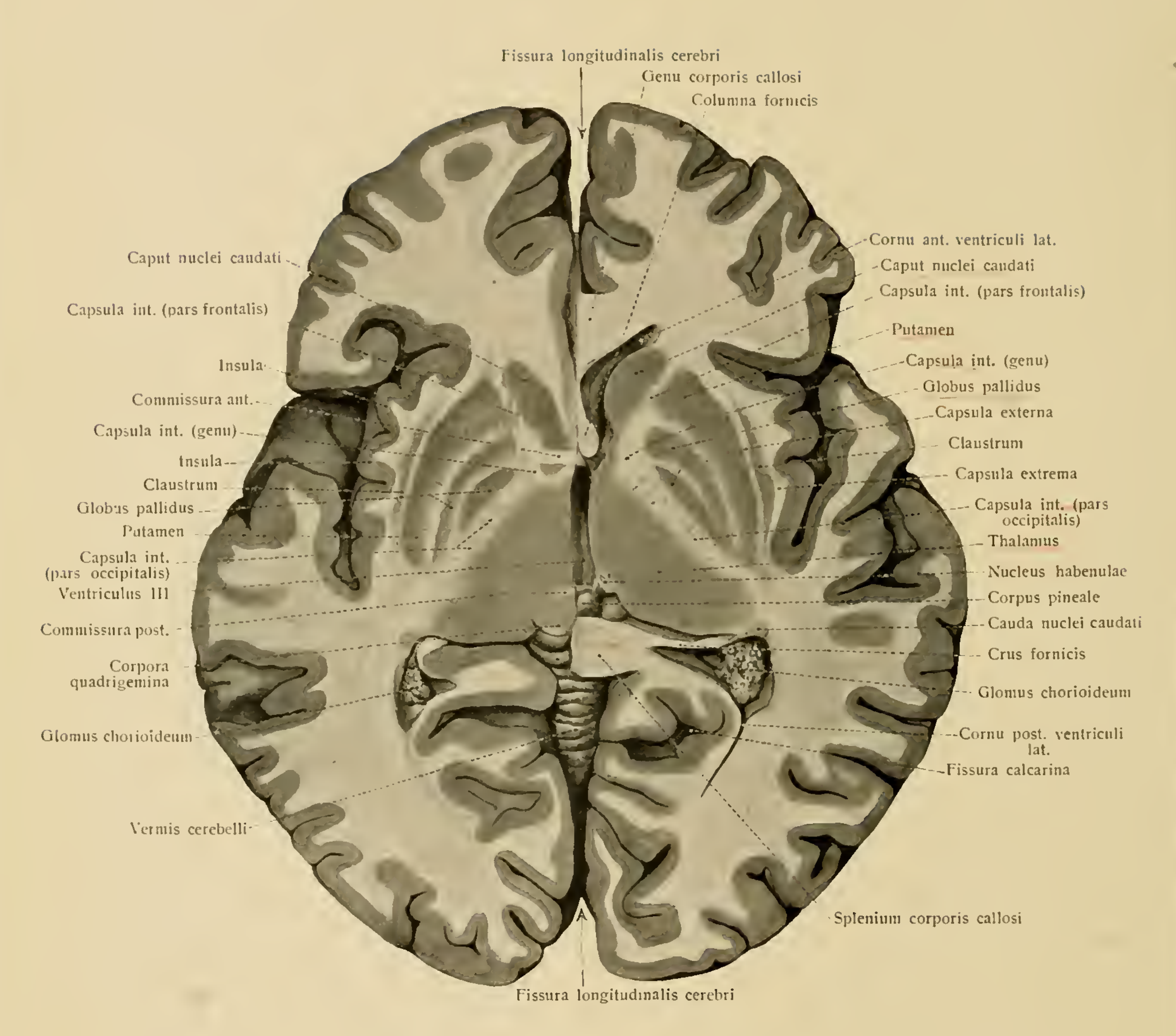


Fig. 132. Gehirn. Flachschnitt II.

Rechts durch das Foramen interventriculare [**Monroi**] (jedoch etwas tiefer als in Fig. 131 links), links durch den mittleren Teil der Commissurae ant. und post. ($^{9}/_{10}$).

An jeder Hemisphäre unterscheidet man 3 Flächen:

1. eine sagittal und quergewölbte dorsolaterale Fläche, Facies convexa;
2. eine durch den Anfang der Fissura lateralis (Sylvii) in eine vordere und hintere Abteilung zerlegte und in jeder Abteilung schwach gehöhlte basale Fläche und
3. eine vertikale ebene mediale Fläche oder Wand, Facies medialis.

Die mehr oder minder abgerundeten Übergangsränder der Flächen heißen Kanten der Hemisphäre; es sind zu unterscheiden:

1. eine dorsale oder Mittelkante;
2. eine basale Kante, die mediale Fortsetzung der vorigen auf der Hirnbasis;
3. eine laterale Kante, die auch Temporo-Orbitalkante genannt wird.

Aus der Schädelhöhle herausgenommen und auf eine feste Unterlage gelegt, verliert das Gehirn viel von seiner normalen Form; man muß es in geeignete Flüssigkeiten bringen oder vor der Herausnahme härten.

Jede einzelne Hemisphäre und auch die Verbindungsglieder beider Hemisphären sind nunmehr auf ihre Besonderheiten zu untersuchen.

I. Äussere Oberfläche der Hemisphären.

An jeder Hemisphäre sind zu unterscheiden:

A. ein Stammteil, welcher dem Ende des Hirnstammes anliegt und
B. ein Mantelteil, jenseits des ersteren.

Der Stammteil der Hemisphäre besteht:

1. aus der Insel, 2. aus der Substantia perforata ant. und 3. aus dem Lobus olfactorius.

Der Mantelteil der Hemisphäre umgibt den Stammteil wie ein vorn unten offener Ring: er wird daher auch Ringlappen genannt. Er gliedert sich regional in verschiedene Abteilungen: Stirn-, Scheitel-, Hinterhaupt- und Schläfenlappen.

Das vordere Ende des Stirnlappens heißt der Stirnpol, Polus frontalis, der Hemisphäre; das hintere Ende des Hinterhauptlappens Hinterhauptpol, Polus occipitalis, das vordere Ende des Schläfenlappens Schläfenpol, Polus temporalis, der Hemisphäre.

Schon an einer Abteilung des Stammteiles der Hemisphäre (Insel) zeigt sich die Oberfläche in Falten gelegt: um so ausgebreiteter ist dies der Fall bei dem Mantelteil. Untersucht man die Faltentäler oder Furchen der Hemisphäre genauer, so ergibt sich, daß sie sehr verschiedene Tiefen erreichen. Zieht man auch die Entwicklungsgeschichte heran, so zeigt sich, daß ursprünglich jede Hemisphäre eine glatte Oberfläche und dünne Wände, aber einen geräumigen Ventrikel besaß. Die bei den Erwachsenen vorhandene Skulptur der Hemisphären ist daher eine spätere Erscheinung, veranlaßt durch Wachstumsvorgänge am fetalen Gehirn, welche zu Faltungen führten. Sowohl hinsichtlich des zeitlichen Auftretens der einzelnen Furchen als auch hinsichtlich ihrer Tiefe machen sich bedeutende Unterschiede geltend. Furchen, welche die ganze Dicke der Hirnwand einnehmen und also Totalfalten entsprechen, nennt man Fissuren, solche, welche sich nur auf die Hirnrinde beschränken und Rindenfalten entsprechen, Furchen, Sulci.

A. Stammteil der Hemisphäre.

1. Substantia perforata anterior. Fig. 109, 133.

Sie liegt lateral vom Chiasma opticum, grenzt vorn an das Trigonum olfactorium, lateral an den Schläfenlappen.

Ihre Oberfläche ist glatt, grau, von zahlreichen Gefäßlöchern durchsetzt. Ihre graue Substanz hängt dorsal mit dem Nucleus lentiformis zusammen. Die flache Grube, in der die Substantia perforata anterior ihre Lage hat, wird Vallecula cerebri lateralis genannt.

Der mediale Teil der Substantia perforata anterior und der Gyrus subcallosus bilden den sogen. hinteren Riechlappen (siehe S. 119).

2. **Der Riechlappen,** Lobus olfactorius, Rhinencephalon.

Sein hinterer Abschnitt, Tuber olfactorium, Riechwulst, ist ein pyramidaler kleiner Wulst, dessen ventrale Oberfläche sich dem Beschauer als Trigonum olfactorium (Fig. 133) zuwendet. Das Tuber olfactorium ist von der Substantia perforata anterior nur durch eine oberflächliche Rinne getrennt. Eine tiefe, 4 cm nach vorn sich erstreckende Furche des Stirnlappens, Sulcus olfactorius, nimmt sowohl den Körper der dreiseitigen Pyramide auf, als auch die beiden vordersten Teile des Riechlappens, den Tractus und Bulbus olfactorius (Fig. 96, 109, 133). Der Bulbus olfactorius ist eine graue Anschwellung von 8—10 mm Länge, 3—4 mm Breite und 2—3 mm Dicke. Der Bulbus liegt mit

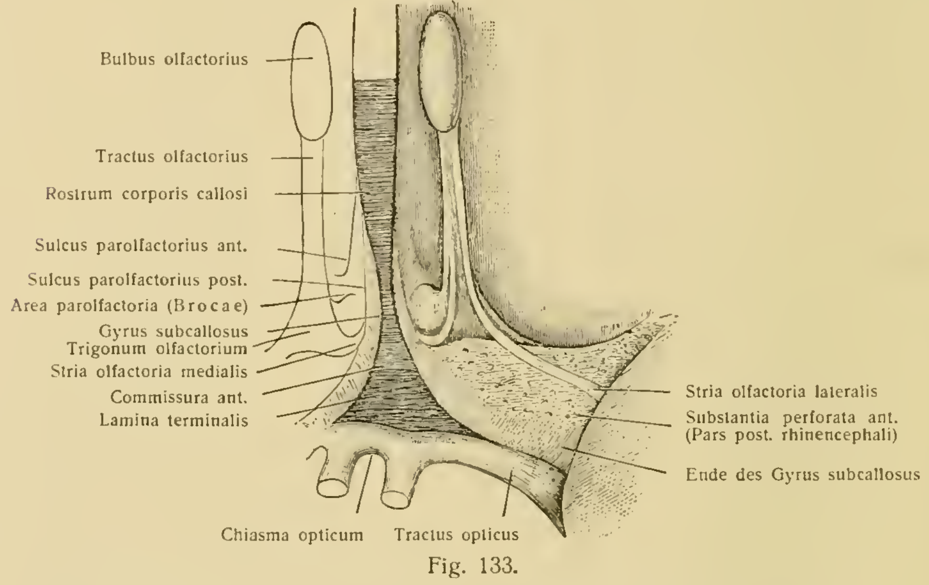


Fig. 133.

Riechlappen des menschlichen Gehirnes nach einem frischen Präparat gezeichnet. (W. His.)

seiner ventralen, freien Fläche auf der Lamina cribrosa des Siebbeines. Von ihm gehen die zahlreichen Nervi olfactorii aus, welche zur Schleimhaut der Regio olfactoria der Nasenhöhle ziehen. Siehe Sinnesorgane.

Am dreikantigen Tractus olfactorius sind zwei markweiße Streifen sichtbar, Stria olfactoria medialis und lateralis (Fig. 109, 133). Ersterer zieht entlang der medialen Kante des Trigonum olfactorium zur Area parolfactoria; die Stria lateralis zieht entlang der lateralen Kante des Trigonum nach hinten zum Eingange der Fissura cerebri lateralis, bildet dort den sogenannten Limen insulae (welcher also nicht zur Insel gehört) gelangt zum Schläfenlappen und erreicht das Vorderende des Gyrus hippocampi, auf dessen vorderer innerer Fläche er in die bei Feten deutlichen Gyri semilunaris und ambiens endigt. Die zwischen beiden genannten Striae gelegene Stria intermedia, verliert sich in der Substanz des Tuber selbst. Der dorsalen Kante entspricht eine Stria dorsalis, deren Faserbündel in das Mark des Stirnhirnes eindringen.

Der fetale Riechlappen besitzt eine (beim Pferde z. B. dauernde) Höhlung, Ventriculus olfactorius, Rhinocoel, von welchem im Bulbus lange Zeit ein Rest erhalten bleiben kann. Der genannte Ventrikel ist ein vorderer und unterer, besonderer Arm des Seitenventrikels der Hemisphäre.

Die Entwicklungsgeschichte zeigt, daß der Bulbus, der Tractus, das Tuber olfactorium und die Area parolfactoria zusammen den vorderen Riechlappen ausmachen gegenüber dem hinteren, welcher vom medialen Teil der Substantia perforata anterior, von dem lateralen Riechstreifen und von dem Gyrus subcallosus gebildet wird. Fig. 133.

Die Morphologie des Riechlappens wird wesentlich aufgehellt durch die vergleichend anatomische Untersuchung von Tiergehirnen. Hierüber orientiert beifolgende Zusammenstellung in Fig. 134.

Retzius, G., Zur Kenntnis der Windungen des Riechhirnes. Verhandl. anat. Ges. 1897. — Wilder, G., Wat is the morphologic Status of the olfactory Portion of the Brain? Science, VII, 1898.

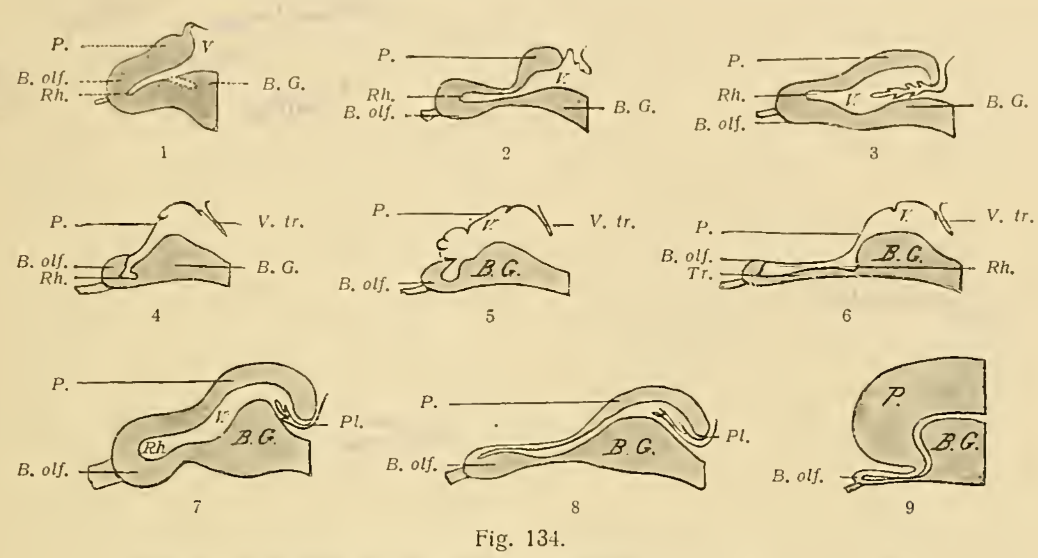


Fig. 134.

Schema der phylogenetischen Entwicklung des Endhirnes. (H. Rabl-Rückhard, 1894.)

1 Petromyzon; 2 Selachier (Akanthiasembryo); 3 Amphibien (Menopoma); 4 Teleostier (Salmonidentypus), sitzende Bulbi olfactorii; 5 Ganoiden; 6 Teleostier (Cyprinoidentypus), gestielte Bulbi olfactorii; 7 Reptilien (Chelonier), sitzende Bulbi olfactorii; 8 desgl. (Ophidier), gestielte Bulbi olfactorii; 9 Mammalia, Stirnhirn mit Riechlappen.

Bezeichnungen: *B. olf.* Bulbi olf.; *B. G.* Basalganglion; *P.* Pallium; *V. tr.* Velum transversum (v. Kupffer); *Tr.* Tractus olfactorii; *V.* Ventrikel; *Rh.* Rhinocoel; *Pl.* Plexus chorioidei.

3. Die Insel, Insula. Fig. 99, 104, 135.

Die Insel lag ursprünglich frei zu Tage, sank aber allmählich in die Tiefe, indem die umgebenden Teile (Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappen) durch stärkeres Flächenwachstum sich über sie hinwegwölbten. Daher heißt die Insel auch Lobus opertus. Um sie zu sehen, muß man die sie verbergenden Decklappen auseinanderziehen. Den Zugang zu ihr zeigt eine an der lateralen Fläche der Hemisphäre gelegene Fissur an, die Fissura cerebri lateralis (Sylvii). Die Fissur führt in eine tiefe Grube, Fossa cerebri lateralis, in welcher die Insel ihre Lage hat.

Die Insel ist ein im Grunde der Fossa lateralis gelegener großer Hügel, der seine Abhänge den Lappen zukehrt, die ihn bedecken. Es sind daher eine Facies frontalis, frontoparietalis und temporalis zu unterscheiden. Der dreigrätige Kamm ist der Fissur zugewendet und entspricht den drei Abschnitten der letzteren. Die am meisten hervorragende Stelle wird Inselpol genannt. Durch die Erhebung der Insel vom Boden der Fossa bleibt eine sie allseitig umgebende Furche zurück, Sulcus circularis (Reili) (Fig. 135). Vorn unten setzt sich die Insel mittels einer Schwelle, Limen insulae (Schwalbe Fig. 135, L) in die Substantia perforata anterior fort.

Das Limen insulae wird, wie schon erwähnt wurde, durch die Stria olfactoria lat. gebildet; es gehört also zum Rhinencephalon.

Von den drei Flächen ist die dorsale (frontoparietale) am bedeutendsten gefurcht; die hintere und längste dieser Furchen (Sulcus centralis insulae) greift

meist über den Kamm ventralwärts hinaus und zerlegt so die Insel in eine frontoparietale und eine temporale Hälfte. Die Facies temporalis zeigt eine Reihe kürzerer und minder tiefer Furchen. Am wenigsten gefurcht (meist nur einmal) ist die Facies frontalis. Im ganzen werden 5—9 Inselwindungen, Gyri insulae, gezählt, welche vom Inselpol fächerförmig über die Abhänge ausstrahlen. Man unterscheidet die vorderen als Gyri breves von dem hinteren durch den Sulcus centralis insulae abgegrenzten Gyrus longus. Fig. 104.

Die überwölbenden Hemisphärenteile werden Deckel, Operculum, der Insel genannt. Am mächtigsten ist der dorsale Teil, Pars parietalis, welcher aus einem Teil des Stirn- und Scheitellappens besteht. Ihm zunächst an Ausdehnung steht der temporale Teil, Pars temporalis, der kürzeste ist der frontale, Pars frontalis.

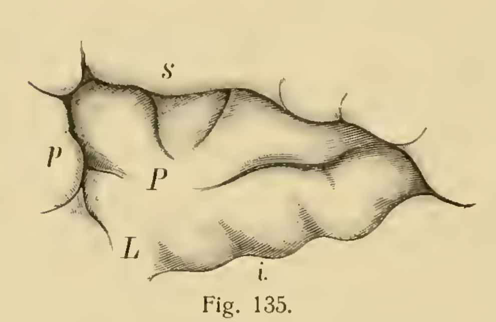


Fig. 135.

Insel der linken Hemisphäre.

P Inselpol oder Inselhöhe; *L* Limen insulae, Inselschwelle. Die Insel ist eingerahmt durch eine ringförmige, aus drei Abschnitten bestehende Furche, den Sulcus circularis insulae; die drei Abschnitte dieser Furche sind: Sulcus praeinsularis (*p*), Sulcus suprainsularis (*s*) und der Sulcus infrainsularis (*i*).

Die Insel liegt in bezug auf tiefere Hemisphärenteile lateral vom Claustrum und vom Nucleus lentiformis. Fig. 126—129, 131, 132.

Die Insel ist nach M. Holl aufzufassen als eine um den Sulcus longitudinalis insulae herumgelegte Bogenwindung; ihr hinterer Schenkel ist schlank, glatt, der vordere hingegen breit, ausgedehnt, mit sekundären Furchen und Windungen versehen; von den sekundären Furchen ist gewöhnlich die als Sulcus centralis insulae bekannte Furche am mächtigsten ausgebildet. Vergl. anatomische Beobachtungen stützen diese Auffassung. (Arch. Anat. u. Phys. 1902.)

Holl, M., Die Insel des Karnivorengehirns. Arch. Anat. und Phys. 1899. — Derselbe, Die Insel des Ungulatengehirnes. Arch. Anat. und Phys. 1900. — Derselbe, Die Insel des Menschen- und Affenhirns in ihrer Beziehung zum Schläfenlappen. Sitzber. Akad. Wiss. Wien. math.-naturw. Kl., Bd. 117, Abt. III, 1908. — Derselbe, Über bisher unbekannte Bildungen im hinteren Inselgebiet des Menschen- und Affenhirns. Ebenda 1909. — Derselbe, Die Entwicklung der Bogenwindung an der hinteren Insel des Menschen- und Affenhirns. Ebenda 1909.

B. Mantelteil der Hemisphäre.

I. Furchen, Sulci.

a) Lappentrennende Furchen, Sulci interlobares. Fig. 136.

Als Furchen, welche die vier großen Lappen des Gehirns, Lobi cerebri, trennen, sind zu nennen: die Fissura cerebri lateralis, der Sulcus centralis, der Sulcus occipitalis transversus, die Fissura parieto-occipitalis. Sie sind es, welche den Stirn-, Scheitel-, Hinterhaupt- und Schläfenlappen begrenzen.

1. Fissura cerebri lateralis (Sylvii). Fig. 91, 96.

Sie stellt jene Furche dar, welche bei gedeckter Insel als Zugang zur Fossa cerebri lateralis äußerlich sichtbar ist und nimmt ihren Anfang vom lateralen Ende der quergestellten Vallecula lateralis[1]) der Hirnbasis.

Von der Vallecula aus steigt die Fissura lateralis eine kurze Strecke weit lateral-aufwärts (Truncus fissurae lateralis) und spaltet sich darauf in drei Äste:

[1]) Mit dem Namen Vallecula wird jene Grube bezeichnet, auf deren Grund die Substantia perforata anterior gelegen ist.

a) Der Ramus posterior ist der längste; streicht fast horizontal und überragt die Länge der Insel noch um die Hälfte; sein Endstück ist dorsalwärts gekrümmt: Pars ascendens.

b) Der Ramus ant. ascendens steigt eine kurze Strecke weit fast senkrecht auf.

c) Der Ramus ant. horizontalis dringt in der Richtung des hinteren Astes nach vorn. Die beiden vorderen Äste schneiden in die untere Stirnwindung ein.

2. Sulcus centralis (Rolandi). Fig. 91, 92.

Er zieht etwa von der Mitte der Mantelkante lateralwärts, vorwärts und gegen den vorderen Teil des Ramus posterior fissurae lateralis, ohne ihn ganz zu erreichen.

Das dorsale Ende kerbt häufig die Mantelkante ein und greift dadurch auf die mediale Fläche über. Selten ist der Sulcus centralis in zwei Abschnitte geteilt.

Retzius, G., Über das Auftreten des S. centralis und der Fissura calcarina im Menschenhirn. Biol. Unters. VIII, 1898. Die Zentralfurche geht in manchen Fällen aus zwei Teilstücken hervor. Die Calcarina entsteht bald einheitlich, bald aus zwei Teilen; zu ihnen gesellt sich noch ein kleines hinteres Stück. Es sind noch zahlreiche fetale Gehirne zu untersuchen, um in beiden Fällen die Regel zu erkennen.

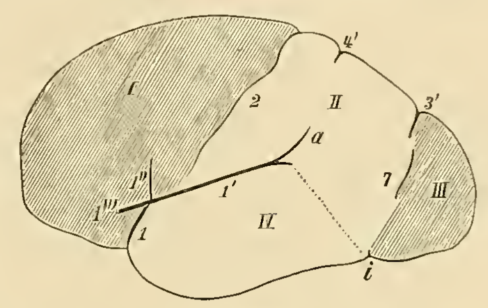


Fig. 136.

Lappentrennende Furchen der konvexen Fläche der linken Hemisphäre. 1:4.

I Stirn-, *II* Scheitel-, *III* Hinterhaupt-, *IV* Schläfenlappen. 1 Stamm der Fissura lateralis; 1' Ramus posterior, 1'' Ramus ant. ascendens, 1''' Ramus anterior horizontalis derselben. *a* Pars ascendens des Ramus posterior fissurae lateralis; 2 Sulcus centralis; 3' dorsaler Teil der Fissura parieto-occipitalis; 4' Pars marginalis des Sulcus cinguli; 7 Sulcus occipitalis transversus; *i* Impressio petrosa.

3. Fissura parieto-occipitalis. Fig. 95.

Sie liegt im hinteren oberen Teil der medialen Hemisphärenfläche und greift (meist 1—2 cm) auf die dorsale Fläche über. Der mediale Abschnitt der Fissur fließt ventral mit dem vorderen Ende der Fissura calcarina zusammen.

4. Sulcus occipitalis transversus. Fig. 91, 136, 7.

Die Furche befindet sich meist im Zusammenhange mit einer Lappenfurche, dem Sulcus interparietalis, und zieht in querer Richtung eine kurze Strecke über die konvexe Hemisphärenfläche, ohne die Mantelkante zu kerben.

b) Furchen der einzelnen Hirnlappen, Sulci intralobares.

1. Furchen des Stirnlappens.

Der Stirnlappen umfaßt das ausgedehnte Hemisphärengebiet, welches vor dem Sulcus centralis, sowie vor und über der Fissura cerebri lateralis gelegen ist (Fig. 136). Er hat eine konvexe dorso-laterale, eine leicht konkave orbitale und eine plane mediale Fläche.

Der Stirnlappen enthält folgende Furchen:

Auf der dorso-lateralen Fläche. Fig. 91, 92.

α. Sulcus praecentralis. Er beginnt aufsteigend nahe der Spitze des Operculum und dringt dorsalwärts vor, der Richtung des Sulcus centralis ungefähr parallel, erreicht aber nicht die Mantelkante. Er besteht oft aus zwei getrennten Stücken.

β. Sulcus frontalis superior; zieht vom S. praecentralis vorwärts.

γ. Sulcus frontalis inferior; zieht vom S. praecentralis bogenförmig vorwärts und abwärts.

δ, ε. Ramus ant. ascendens und Ramus ant. horizontalis der Fissura cerebri lat. (siehe S. 121).

Auf der orbitalen Fläche. Fig. 96, 109:

ζ. Sulcus olfactorius; in der Nähe der Fissura longitudinalis cerebri und ihr parallel laufend; er dient zur Aufnahme des Tractus olfactorius und hört hinter dem Stirnpol auf.

η. Sulci orbitales sind die übrigen meist eine unregelmäßige H-Figur bildenden Furchen der orbitalen Fläche.

Auf der medialen Fläche. Fig. 95:

ϑ. Sulcus corporis callosi, dessen Verlauf der äußeren Balkenfläche entspricht.

ι. Sulcus cinguli, welcher parallel dem vorigen verläuft. Sein vorderes Stück wird als Pars subfrontalis unterschieden von der hinteren zur Mantelkante aufsteigenden Pars marginalis, welche auf der medialen Fläche den Lobus frontalis vom Lobus parietalis trennt.

κ, λ. Sulcus parolfactorius post. und ant. liegen in demjenigen Teil des Stirnlappens, welcher unterhalb des Rostrum corporis callosi sich befindet. Sie sind nur kurz, laufen einander parallel und annähernd vertikal.

2. Furchen des Scheitellappens.

Die Grenzen des Scheitellappens (Fig. 136) sind: Vorn der Sulcus centralis und die Pars marginalis des Sulcus cinguli, hinten der Sulcus occipitalis transversus und die Fissura parieto-occipitalis, unten der Ramus post. des Sulcus cerebri lat. und eine gedachte Linie (punktiert in Fig. 136), welche vom Beginn des aufsteigenden Teils der Sylvischen Furche zur Impressio petrosa gezogen ist.

Er hat eine dorsale und eine mediale Fläche.

Furchen der dorsalen Fläche (Fig. 91, 92) sind:

α. Der Sulcus retrocentralis verläuft ungefähr parallel dem Sulcus centralis. Er beginnt hinter dem unteren Teil der Zentralfurche und erreicht nicht die Mantelkante. Oft besteht er aus zwei getrennten Stücken.

β. Sulcus interparietalis verläuft ungefähr in der Mitte der dorsalen Fläche nach rückwärts und medianwärts zum Hinterhauptlappen, wo er sehr oft in den Sulcus occipitalis transversus mündet; er kann schon vor dem dorsalen Ende der Fissura parieto-occipitalis sein Ende finden, aber auch bis zum Occipitalpol fortlaufen.

γ. Das Endstück der Ramus post. fissurae cerebri lat.

δ. Das Endstück des Sulcus temporalis sup.

Diese beiden Stücke verlaufen schräg aufwärts und rückwärts, das letztere reicht weiter aufwärts.

Furchen auf der medialen Fläche. Fig. 95:

ε. Sulcus corporis callosi, welcher parallel dem Balken verläuft.

ζ. Sulcus subparietalis liegt näher an ε wie an der Mantelkante und verläuft parallel zu ε.

3. Furchen des Hinterhauptlappens.

Der Hinterhauptlappen, als gemeinsame hintere Verlängerung des Scheitel- und Schläfenlappens ist gegen letzteren nicht überall scharf abgegrenzt (Fig. 136). Er hat die Form einer dreiseitigen Pyramide, deren Spitze vom Polus occipitalis gebildet wird.

Die dorso-laterale Fläche ist konvex, die mediale plan, die basale (tentoriale) leicht konkav. Auf der medialen Fläche sind die Fissura parieto-occipitalis, auf der dorso-lateralen die gleiche Fissur und der Sulcus occipitalis transversus zur Abgrenzung geeignet; an der lateralen Kante ist fast in der Verlängerung des Sulcus occipitalis transversus oft eine Kerbe sichtbar, welche der Impressio petrosa entspricht und zur Abgrenzung des Lappens Verwendung finden kann (Fig. 136, *i*). Die basale Fläche des Lappens geht ununterbrochen in den Schläfenlappen über.

Die mediale Fläche (Fig 95) enthält an Furchen nur:

α. Fissura calcarina. Sie beginnt hinter dem Balkenwulste, wendet sich nach hinten und nimmt unter spitzem Winkel das untere Ende der Fissura parieto-occipitalis auf, die von ihr durch eine tiefliegende Windung geschieden wird. Unter leichter Biegung ihren Weg etwa 1 cm oberhalb der medialen Kante fortsetzend, gelangt sie in die Nähe des Occipitalpoles und hört entweder hier auf oder setzt sich in eine fast vertikale Furche der medialen Fläche fort. In diesem Falle scheint sie sich in 2 Arme zu gabeln. Sie kann auch gespalten oder ungespalten auf die dorsolaterale Fläche vordringen.

Die Fissura calcarina dringt so tief ein, daß sie eine in der medialen Wand des Hinterhornes des Seitenventrikels gelegene Erhabenheit vorwölbt, den Vogelsporn, Calcar avis (Fig. 99, 131); daher ihr Name.

Auf der basalen Fläche (Fig. 121, 122) befindet sich:

β. Fissura collateralis, welche auch dem Schläfenlappen angehört. Sie beginnt näher oder ferner dem Occipitalpol und verläuft meist mit mehrfachen Knickungen und Biegungen gegen den Schläfenpol, ohne diesen zu erreichen. Sie besteht oft aus einem occipitalen und einem temporalen Stück. Die occipitale Furche kann mit der 3. Temporalfurche zusammenfließen. Sie hat bedeutende Tiefe und wölbt den Boden des Hinter- und Unterhornes in verschiedener Stärke vor als Eminentia collateralis (Meckeli); daher ihr Name.

Auf der dorsolateralen Fläche (Fig. 91, 92) liegen:

γ. Sulci occipitales superiores.
δ. Sulci occipitales laterales.

4. Furchen des Schläfenlappens.

Die Grenzen des Schläfenlappens (Fig. 136) sind: die Fissura cerebri lat., die Fissura hippocampi, und die schon bei den Grenzen des Scheitellappens erwähnte Linie vom Ramus post. fissurae cerebri lat. zur Impressio petrosa (punktiert in Fig. 136). Auf der basalen Fläche ist keine Grenze zwischen ihm und dem Hinterhauptlappen ausfindig zu machen.

Die Flächen des Schläfenlappens sind eine der Insel zugekehrte dorsale Fläche, eine laterale und eine basale. Von Kanten sind eine dorsale, eine laterale, eine mediale vorhanden.

Der Schläfenlappen enthält folgende Furchen:

α. Sulci temporales transversi (Schwalbe); 1—4 Furchen, welche an der dorsalen Fläche des Schläfenlappens vorkommen; am tiefsten sind die der hinteren Hälfte.

β, γ, δ. Sulcus temporalis superior, medius und inferior (Fig. 91, 121, 122). Von ihnen liegen die beiden ersten an der lateralen, der letzte auf der basalen Fläche. Die obere Temporalfurche heißt auch Parallelfurche. Sie verläuft dem Ramus posterior fissurae lateralis ungefähr parallel und ähnelt auch darin dieser Fissur, daß sie einen aufsteigenden Ast an ihrem hinteren Ende entwickelt. Der Sulcus temporalis medius entspricht der lateralen Kante; er besteht meist aus einzelnen Stücken, seltener stellt er eine einheitliche Furche dar.

ε. Fissura collateralis (Fig. 121, 122) beginnt in einiger Entfernung vom Schläfenpol und zieht zum Hinterhauptpol.

ζ. Fissura hippocampi (Fig. 121, 122). Sie ist die Fortsetzung des Sulcus corporis callosi auf den Schläfenlappen. Sie liegt sehr versteckt und scheidet den Gyrus dentatus vom Gyrus hippocampi.

II. Windungen, Gyri.

a) Windungen des Stirnlappens.

Auf der äußeren Fläche. Fig. 91, 92:

1. Gyrus centralis anterior, vordere Zentralwindung. Sie liegt zwischen Sulcus centralis und praecentralis und reicht von der Fissura cerebri lat. bis auf die mediale Fläche der Hemisphäre.

2. Gyrus frontalis superior, obere Stirnwindung. Sie liegt zwischen dem Sulcus frontalis superior und dem Sulcus cinguli. Die hintere Grenze bildet der Sulcus praecentralis. Sie besitzt eine dorsale und eine mediale Fläche und verschmälert sich vorn.

3. Gyrus frontalis medius, mittlere Stirnwindung. Sie liegt zwischen dem Sulcus frontalis sup. und dem Sulcus frontalis inf., ist die breiteste aller Stirnwindungen und läßt häufig zwei Abteilungen, Pars sup. et inf., unterscheiden.

4. Gyrus frontalis inferior, untere Stirnwindung. Sie liegt zwischen dem Sulcus frontalis inf. und der Fissura cerebri lat. Die hintere Grenze ist der Sulcus praecentralis. Durch die Rami antt. der Sylvischen Furche wird sie in drei Stücke zerlegt, welche von vorn nach hinten heißen: Pars orbitalis, Pars triangularis, Pars opercularis.

Auf der orbitalen Fläche des Stirnlappens finden sich folgende Windungen (Fig. 96, 109).

5. Gyri orbitales sind unregelmäßig verlaufende Windungen, welche durch die Sulci orbitales und den Sulcus olfactorius begrenzt werden.

6. Gyrus rectus liegt zwischen dem Sulcus olfactorius und der Fissura longitudinalis cerebri.

Auf der medialen Fläche (Fig. 95) liegen abgesehen vom Gyrus rectus und vom Gyrus frontalis sup.:

7. Gyrus subcallosus (Pedunculus corporis callosi) verläuft parallel dem Rostrum corporis callosi, wird vorn vom Sulcus parolfactorius post. begrenzt,

beginnt an der Substantia perforata ant. und geht in die Stria longitudinalis medialis des Corpus callosum über.

8. Area parolfactoria (Brocae) liegt zwischen Sulcus parolfactorius ant. und post.

9. Gyrus cinguli ist ein Teil des Gyrus fornicatus. Er befindet sich zwischen dem Sulcus corporis callosi und dem Sulcus cinguli.

10. Lobulus paracentralis gehört zum größten Teil dem Stirnlappen an. Er ist die Verbindung zwischen dem Gyrus centralis ant. und post. und wird nach unten und hinten begrenzt vom Sulcus cinguli, nach vorn von einem Ast dieses Sulcus, welcher früher als Sulcus paracentralis besonders benannt wurde.

Septum pellucidum. Fig. 95, 100, 104, 126.

Das Septum pellucidum liegt in der Mittellinie; es ist ausgespannt zwischen dem vorderen Ende des Truncus corporis callosi, dem Rostrum corporis callosi, der Lamina rostralis, der Commissura ant. und den Columnae fornicis. Es trennt die Cornua antt. der beiden Seitenventrikel voneinander, und besteht aus zwei dünnen Blättern, Laminae septi pellucidi, welche meist einen verschieden großen Hohlraum, Cavum septi pellucidi, einschließen, oft aber auch vollständig miteinander verklebt sind. Ihre einander zugekehrten Oberflächen sind von Endothel bekleidet.

Die Laminae septi pellucidi sind Teile der medialen Flächen der Großhirnhemisphärenbläschen. Sie werden durch die Entwicklung des Balkens von den angrenzenden Teilen der Stirnlappen getrennt.

b) Windungen des Scheitellappens.

Auf der äußeren Fläche. Fig. 91, 92:

1. Gyrus centralis posterior, hintere Zentralwindung. Die hintere Zentralwindung läuft der vorderen parallel und ist von ihr durch den Sulcus centralis getrennt.

2. Lobulus parietalis superior, oberes Scheitelläppchen, wird durch den Sulcus interparietalis vom unteren Scheitelläppchen getrennt. Die vordere Grenze ist durch das Ende der Pars marginalis sulci cinguli, die hintere durch die Fissura parieto-occipitalis gegeben.

3. Lobulus parietalis inferior, unteres Scheitelläppchen. Liegt unterhalb des Sulcus interparietalis und besteht aus zwei Windungen, dem Gyrus supramarginalis, welcher um das obere Ende des Ramus post. fissurae cerebri lat. herumgelegt ist und dem Gyrus angularis, welcher um das obere Ende des Sulcus temporalis sup. herumgelegt ist.

Auf der medialen Fläche (Fig. 95) liegen:

4. Praecuneus, Vorzwickel, ist vorn von der Pars marginalis sulci cinguli, hinten von der Fissura parieto-occipitalis, unten vom Sulcus subparietalis begrenzt.

5. Gyrus cinguli, welcher im Bereich des Scheitellappens zwischen dem Sulcus corporis callosi und dem Sulcus subparietalis liegt.

c) Windungen des Hinterhauptlappens.

Auf der äußeren Fläche. Fig. 91, 92:

1. Gyri occipitales superiores, obere Hinterhauptwindungen werden durch die gleichnamigen Furchen abgegrenzt.

2. Gyri occipitales laterales, seitliche Hinterhauptwindungen werden durch die gleichnamigen Furchen abgegrenzt.

Auf der medialen Fläche. Fig. 95:

3. Cuneus, Zwickel, welcher zwischen der Fissura parieto-occipitalis und der Fissura calcarina liegt.

Auf der unteren Fläche. Fig. 121, 122:

3. Gyrus lingualis, zungenförmige Windung. Sie gehört zum Teil auch der medialen Fläche des Hinterhauptlappens an, zum Teil auch dem Schläfenlappen. Sie liegt zwischen Fissura calcarina und Fissura collateralis, erreicht hinten den Occipitalpol und hängt vorn durch eine schmale Verbindung mit dem Isthmus gyri fornicati zusammen.

d) Windungen des Schläfenlappens.

1. Gyrus temporalis superior, obere Schläfenwindung (Fig. 91). Die erste Schläfenwindung erstreckt sich vom Schläfenpol bis zum Ende des Ramus posterior fissurae lateralis, wo sie sich in den Gyrus supramarginalis und angularis des Lobulus parietalis inferior fortsetzt. Dorsal ist sie von der Fissura lateralis, ventral vom Sulcus temporalis superior begrenzt.

Die Sylvische (obere) Fläche dieser Windung zeigt in der vorderen Hälfte nur schwach ausgeprägte, in der hinteren Hälfte 2—3—4 deutliche Gyri temporales transversi; der vordere der letzteren, G. temporalis transversus anterior, ist konstant vorhanden.

Die obere Schläfenwindung geht bei männlichen Gehirnen links häufig unmittelbar in die vordere quere Schläfenwindung über (Heschl).

2. Gyrus temporalis medius, mittlere Schläfenwindung (Fig. 91). Sie liegt zwischen der oberen und der meist in mehrere Stücke zersprengten mittleren Schläfenfurche, kann vorn den Schläfenpol erreichen und geht hinten in den hinteren Teil des Lobulus parietalis inferior, oder auch in den Hinterhauptlappen über.

3. Gyrus temporalis inferior, untere Schläfenwindung (Fig. 91, 96, 122). Zwischen Sulcus temporalis medius und inferior gelegen; gegen die vorige Windung meist schwer, leichter in der Regel gegen den Gyrus fusiformis abzugrenzen. Sie wird von der lateralen Temporalkante durchlaufen, hängt am Schläfenpol mit der mittleren Schläfenwindung zusammen und wendet sich mit ihrem hinteren Teil aufsteigend gegen den Hinterhauptlappen.

4. Gyrus fusiformis, Spindelwindung, Spindelläppchen (auch Gyrus temporalis IV genannt) (Fig. 96, 121, 122). Von der Fissura collateralis und dem Sulcus temporalis inferior begrenzt und daher der basalen Fläche des Schläfenlappens angehörig. Sie erstreckt sich von der Gegend des Temporalpoles in meist spindelförmiger Gestalt gegen den Hinterhauptlappen und geht in ihn über.

5. Gyrus hippocampi (Fig. 121, 122) liegt zwischen der Fissura collateralis und der Fissura hippocampi. Er ist der untere Teil des Gyrus fornicatus, dessen oberer Teil der Gyrus cinguli ist. Die Grenze zwischen den beiden Teilen des Gyrus fornicatus bildet der Isthmus gyri fornicati, welcher in der Gegend des Splenium corporis callosi liegt und mit dem vorderen Ende des Gyrus lingualis zusammenhängt. Der Gyrus hippocampi endigt hinter dem Schläfenpol mit einer kurzen zurücklaufenden Windung, Haken, Uncus (gyri hippocampi), an welchem Fascia dentata und Fimbria hippocampi ihr vorderes Ende finden. Seine

Oberfläche ist nicht rein grau, sondern von einer netzförmig ausgebreiteten Lage weißer Substanz überzogen, der Substantia reticularis alba (Arnoldi), welche aus dem den Balken seitlich umkreisenden Fasersystem des Cingulum stammt.

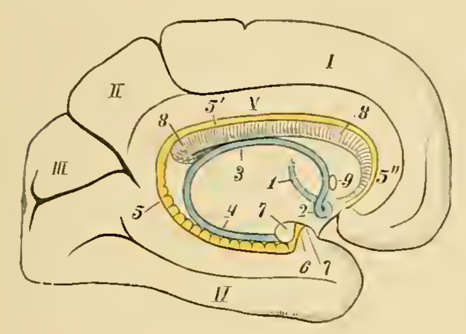


Fig. 137.

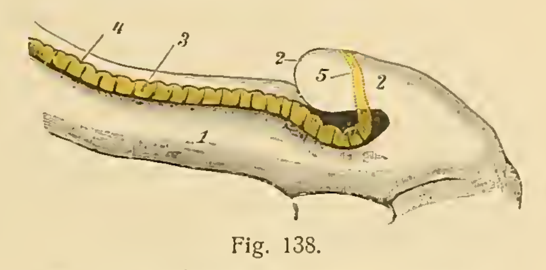


Fig. 138.

Fig. 138. **Fascia dentata der linken Hemisphäre.**
1 Gyrus hippocampi; 2—2 Uncus gyri hippocampi; 3 Fascia dentata; 4 Fimbria hippocampi; 5 Uncus-Bändchen.

Fig. 137. **Mediale Fläche der linken Hemisphäre eines Fetus.**
I Stirn-, *II* Scheitel-, *III* Hinterhaupt-, *IV* Schläfen-, *V* Schwalbes Sichellappen.
1 Fasciculus thalamo-mamillaris; 2 Corpus mamillare; 3 Corpus fornicis; 4 Fimbria hippocampi; 5 Fascia dentata; 5'—5'' seine Fortsetzung nach vorn als Fasciola cinerea und Stria longitudinalis lat., zusammen einen rudimentären Gyrus darstellend; 6 Uncus-Bändchen; 7—7 Uncus; 8—8 Corpus callosum; 9 Commissura anterior.

6. Fascia dentata hippocampi (Fig. 121, 137, 138). Das eigentümliche, eine rudimentäre Windung darstellende Gebilde liegt zwischen der Fimbria hippocampi und dem Gyrus hippocampi eingefalzt und zeigt sich als ein schmales graues Blatt mit gekerbtem freiem Rande, welches von der Fissura hippocampi aus leicht zugängig ist. Sein dorsales dem Balkenwulst aufliegendes Ende ist ungekerbt und heißt Fasciola cinerea. Einer vorderen Fortsetzung der Fasciola cinerea auf der dorsalen Fläche des Balkens werden wir als Stria longitudinalis lateralis des Balkens begegnen.

Vom Uncus-Ende der Fascia dentata setzt sich ein dünner bandförmiger Streifen, das Uncus-Bändchen (Giacomini), über die laterale Fläche des Uncus hinweg zur medialen Seite desselben fort und verschwindet hier unter zunehmender Verdünnung. Fig. 138.

Fig. 139.

Abgrenzung des Schwalbeschen Sichellappens (punktiert.)

Mediale Fläche der rechten Großhirn-Hemisphäre.

I Stirn-, *II* Scheitel-, *III* Hinterhaupt-, *IV* Schläfen-, *V* Sichellappen. — 3 Fissura parieto-occipitalis; 4 Sulcus cinguli; 4' dessen Pars marginalis; 4'' Sulcus subparietalis; 5 Fissura collateralis; 6 Fissura chorioidea; *i* Impressio petrosa; *b* Balken; *s* Septum pellucidum.

Mit dem Namen grand lobe limbique hatte Broca jenen Teil des Hirnmantels als besonderen Lappen ausgeschieden, welcher durch den Gyrus cinguli, Gyrus hippocampi und Lobus olfactorius dargestellt wird. Schwalbe läßt den Lobus olfactorius als besonderen Lappen bestehen, erweiterte die Ausdehnung des Lappens, indem er als Sichellappen jenen Mantelteil bezeichnet, welcher den Gyrus cinguli und hippocampi, das Septum pellucidum und den Gyrus dentatus umfaßt; die letzteren zwei Gebilde sind Abkömmlinge eines bestimmten bogenförmigen Teiles der embryonalen Hirnwand, des sogenannten Randbogens derselben; die getroffene Modifikation erscheint hiernach begründet.

Die Windungen des Schwalbeschen Sichellappens bestehen demgemäß aus zwei kon-

zentrischen Zügen, einem äußeren und einem inneren, die vorn unten offen sind und zugleich ineinander übergehen. Fig. 139.

a) Der äußere Zug wird dargestellt durch den Gyrus fornicatus, welcher aus dem Gyrus cinguli und dem Gyrus hippocampi besteht.

b) der innere Zug, Gyrus marginalis internus, besteht aus dem Septum pellucidum und der Fascia dentata hippocampi.

Die B. N. A. haben den Sichellappen nicht als besonderen Teil des Hirnmantels dargestellt, deshalb sind in unserer Beschreibung die einzelnen Teile des Schwalbeschen Sichellappens an verschiedenen Stellen erwähnt.

Alle Windungen und Gebiete, die auf der medialen Fläche der Hemisphäre um deren konkaven Innenrand herumliegen: der Gyrus hippocampi, Gyrus cinguli, Fascia dentata, die Stria longitudinalis lateralis des Balkens (s. weiße Substanz), der Hippocampus, sind bei Tieren mit sehr ausgebildeten Riechorganen stark entwickelt, dagegen beim Menschen und bei Tieren, die nur kleine Riechlappen haben, ziemlich atrophisch, beim Delphin, der gar keinen Riechlappen hat, sehr zurückgebildet (Broca; Zuckerkandl).

Retzius, G., Zur Morphologie des Gyrus dentatus und seiner Umgebung. Biolog. Unters. VIII, 1898. — Smith, G. Ell., The Fascia dentata. Anat. Anz. XII, 1896.

Allgemeines über Hirnwindungen.

Schon auf Seite 67 wurde bemerkt, daß das Gesamthirn verschiedener Individuen mehr oder weniger bedeutende Veränderlichkeit der Form, der Größe und des Gewichts erkennen läßt; jede der sechs Hauptabteilungen des Gehirns, wenn sie bei einer großen Zahl von Individuen untereinander verglichen werden, zeigt wieder ihre besondere Variabilität. In besonderem Grade ist dies der Fall bei den Furchen und Windungen, sei es des Kleinhirnes oder des Endhirnes. Schon die rechte und die linke Seite desselben Hirnes sind einander nicht ganz gleich; sie können sogar beträchtliche Unterschiede enthalten. Um so weniger sind die Gehirne verschiedener Individuen einander gleich.

Aber auch die Gegenseite ist zu betrachten. Die Zeit ist noch nicht lange vorüber, in der man die Windungen des Gehirns als ein durchaus unregelmäßiges, ordnungsloses Gewirr mäandrischer Züge ansah und auch Abbildungen lieferte, welche einem Bündel von Darmschlingen, oder vielmehr, da auch die Darmschlingen kein ordnungsloses Gewirr bilden, einer Schüssel von Makkaroni ähnlicher sahen, als einem Gehirn, wie ein Autor sich mit Grund ausdrückte. Man weiß jetzt, daß ein typischer Plan in der Ausbildung der Furchen und Windungen, d. i. in der Gehirnfaltung, vorhanden ist, trotz der vielen Verschiedenheiten. Man weiß ferner, daß für jede Tierspezies der Windungsplan ein besonderer, wenn auch oft sehr ähnlicher ist, sofern das betreffende Gehirn überhaupt Windungen besitzt, daß die verschiedenen Windungspläne einander näher oder entfernter liegen, und daß hiernach eine begrenzte Anzahl von Haupttypen der Hirnfurchung vorliegt. Bei diesen Betrachtungen wird man es nicht umgehen können, die Frage zu stellen, wozu denn überhaupt Windungen vorhanden sind, wie sie zustande kommen, welche Verlaufsrichtungen sich in ihnen aussprechen und ob sie zu den Hirnfunktionen in gewissen Beziehungen stehen.

1. Ursachen der Hirnwindungen.

Eine große Verbreitung gewann die Ansicht, der umgebende Schädel sei als Ursache der Hirnwindungen anzusprechen. Er setze den Ausdehnungsbestrebungen der Hirnwand einen Widerstand entgegen und nötige sie dadurch, sich in Falten zu legen. Andere betrachteten zwar den Schädel nicht als die nächste Ursache der Windungen, sondern schrieben ihm nur einen gewissen Einfluß zu, wie auf die Gesamtform des Gehirns, so auf die Anlagen der Furchen und Windungen. Der Schädel kann durch das Gehirn beeinflußt werden und z. B. bei Hydrocephalus des Gehirns gewaltige Dimensionen erreichen, andererseits kann aber auch das Gehirn durch den Schädel beeinflußt werden, z. B. durch vorzeitigen Verschluß von Schädelnähten, durch künstliche Mißstaltung des Schädels. Lange Schädel zeigen vorwiegend longitudinalen, breite vorwiegend queren Windungstypus des Gehirns.

Die Annahme von Reichert, daß die Ursache der Furchen und Windungen in der arteriellen Gefäßverästelung enthalten sei, fand verschiedene Anhänger; eingehendere Beobachtungen zeigten jedoch so zahlreiche Ausnahmen von der behaupteten Übereinstimmung der Gefäßverästelung mit der Hirnfurchung, daß schon aus diesem Grunde Bedenken erwuchsen.

Endlich war es die Hirnwand selbst, in deren Wachstum die wesentliche Ursache der Windungen gesucht wurde; die Möglichkeit eines gewissen Einflusses des umgebenden Schädels, ja des ganzen umgebenden Kopfes auf die Gestaltung der Hirnfurchung blieb dabei noch immer offen und wurde von den meisten mit in Rechnung gebracht: Wundt suchte die Ursache in Spannungen der Oberfläche, hervorgerufen durch verschieden rasches Wachstum des Gehirns nach den einzelnen Richtungen. Heschl suchte die Ursache im Wachstum der weißen, andere Autoren im Wachstum der grauen Substanz.

Anders steht es mit der Frage nach dem nächsten Zweck, welcher durch die Windungen erreicht wird. Das Ergebnis der Hirnfaltung ist zweifellos eine bedeutende Oberflächenvergrößerung der grauen Rinde bei gegebener Dicke der letzteren und bei begrenztem Raum. Die weiße Substanz, ein Erzeugnis der an Ort und Stelle oder an entferntem Platze gelegenen grauen, hat hierdurch um so leichter die Gelegenheit zu ausgedehnten Beziehungen. Man könnte daran denken, daß Furchen auch die Aufgabe zu erfüllen hätten, physiologische Rindengebiete abzugrenzen. Dies ist aber als durchgehende Erscheinung keineswegs der Fall; das gleiche physiologische Rindengebiet kann von Furchen durchschnitten werden (vergl. darüber S. 178—181).

2. *Richtung der Hirnfurchen.*

Das Kleinhirn zeigt überwiegend queren Windungstypus, es ist also ein sehr bedeutendes sagittales Wachstum in der Rinde des Kleinhirns ausgesprochen. Was das Endhirn betrifft, so hat vor Jahrzehnten insbesondere Huschke zu zeigen versucht, daß, wie es von den Karnivoren und Ungulaten feststeht, so auch bei den Primaten und dem Menschen mehrere Bogenwindungen vorkommen, welche um die Sylvische Spalte herumgelegt sind und fast alle Windungen in sich schließen (Fig. 140, 141); Huschke nannte diese Windungen Urwindungen. Vom Stirnpol ausgehend und um das hintere Ende der Fissura lateralis umbiegend, zieht sich bis zum Schläfenpol in der Tat ein System von Bogenwindungen. Es umfaßt dorsolateral drei große Züge, entsprechend der Zahl der Stirn- und Schläfenwindungen. Die I. Schläfenwindung entspricht der III. Stirnwindung; letztere wäre daher I. Stirnwindung zu nennen; die II. Schläfenwindung der II. Stirnwindung, die III. Schläfenwindung der I. Stirnwindung. Auf der medialen Fläche bietet sich ebenfalls eine gewisse Stütze für die genannte Betrachtungsweise. Der Hinterhauptlappen, als ein aus dem Ringlappen sekundär nach hinten stärker ausgewachsener Vorsprung, kommt nicht unmittelbar in Betracht. Eine Störung der Bogenwindungen wird auf der konvexen Hirnoberfläche durch die Zentralwindungen gesetzt; auch auf der medialen Hemisphärenwand gibt es Windungen, welche mit Bogenfurchen nichts zu tun haben. Doch ist die Erklärung dieser Störung leicht zu geben.

Querfurchen sind ein Ausdruck für gesteigertes Längenwachstum, Längsfurchen für gesteigertes queres Wachstum. Warum sollte in einem Gehirn, das so sehr in die Länge und Breite und Höhe zu wachsen hat, nur eine Richtung von Furchen sich ausprägen? Die Längsfurchen werden, da der Hemisphärenmantel ringförmig ist, wesentlich bogenförmig sich gestalten müssen, die Querfurchen werden leicht zu Radiärfurchen. Annähernd ergibt sich also eine Furchung der Hirnhemisphären, wie sie eine durch Meridian- und Äquatoriallinien eingeteilte Kugel zeigt.

3. *Gyrifizierung und Intelligenz.*

Gyrifizierung des Gehirns und Intelligenz stehen in keinem einfachen Verhältnis; dies zeigt die Beobachtung am Menschen, zeigt insbesondere die Gehirnlehre der Tiere und kann nach dem Bisherigen auch nicht anders erwartet werden. In der Tierreihe und sogar bei den Primaten kommen gyrencephale (mit Hirnwindungen versehene) und lissencephale (mit glatter Hirnwand versehene) Gattungen vor. Es gibt sehr intelligente Affen mit fast glattem Gehirn, dagegen stark gyrifizierte Hirne bei wenig intelligenten Tieren, wie beim Schaf und Rind. In dieser Hinsicht gilt der von Dareste begründete Satz: kleine Tiere haben, gleichgültig, welcher Ordnung sie angehören, im allgemeinen glatte oder nur wenig gefurchte Hirne, große dagegen stark gefurchte. In einer und derselben Tierabteilung wird die Furchung um so verwickelter, je größer die Art ist. Wenn bei systematisch verwandten, an Größe aber sehr verschiedenen Tieren die Hirngröße mit der Körpergröße wachsen muß, damit die Intelligenz dieselbe bleibt, so würden die Hirnvolumina wie die Kuben ihrer Durchmesser wachsen; ein Gehirn von der zweifachen Länge und Breite eines anderen übertrifft letzteres achtmal an Volum. Die Oberflächen aber wachsen nur wie die Quadrate der Durchmesser und würden sich in dem gedachten Fall wie 1 : 4 verhalten. Das achtmal volu-

minösere Gehirn hätte nur eine viermal größere Oberfläche. Soll letztere um ebenso viel wachsen wie das Volum, so muß sie sich in Falten legen (Baillarger). Bei gleich voluminösen Individuen derselben Art, mit gleich voluminösen Gehirnen, wird das windungsreichere, unter im übrigen gleichen Bedingungen und auch gleicher Dicke der grauen Rinde, das intelligentere sein. Siehe auch oben S. 67.

Stieda hat das Gehirn des Sprachkundigen Sauerwein, welcher 40—50 Sprachen beherrschte, untersucht und kommt zu dem Schlusse: „Die anatomische Untersuchung der verschieden gestalteten Oberfläche der Hirnhemisphären ergibt keine Anhaltspunkte, auf deren Grundlage die höhere oder geringere Begabung der Hirnbesitzer oder einzelne hervorragende Fähigkeiten, geistiger wie manueller Art, erkannt werden können. — Aus dem materiellen Substrat kann man auf die Verrichtungen nicht schließen." (Zeitschr. Morphologie und Anthrop. XI, 1907.)

4. *Schemata der Hirnfurchung.*

Nachdem schon Pansch auf Grundlage der im sechsten Monat des Fetallebens erscheinenden sogenannten primären Furchen das Gebiet der Hemisphäre in zwölf kleinere Abteilungen zerlegt hatte, die er als Primärwülste oder Lobuli cerebrales bezeichnete, schlug Eberstaller ebenfalls den entwicklungsgeschichtlichen Weg ein, mit dem Bestreben, die Variationstendenz der Hemisphäre aufzuhellen. Er bezeichnete es mit Recht als einen Fehler, zu sehr zu schematisieren und hob besonders die Notwendigkeit hervor, die Tiefenwindungen voll zu berücksichtigen, indem sie die Ornamentik der Gehirnoberfläche wesentlich beeinflussen. Wo Tiefenwindungen vorkommen, zeigen sie an, daß eine bei oberflächlicher Betrachtung einheitliche Furche aus ebenso vielen Furchenteilstücken hervorgegangen ist, als sie Tiefenwindungen birgt, oder auch, daß benachbarte Furchen hier irregulärerweise zusammengeflossen sind. Die Kenntnis der Stellen, wo Tiefenwindungen in relativer Mehrzahl der Fälle vorkommen, gibt uns hiernach einen wichtigen Schlüssel für das Verständnis der innerhalb physiologischer Grenzen vorkommenden Variationen. Ein Schema der Großhirnwindungen darf also, soll es brauchbar sein, der Angabe dieser Stellen nicht entbehren.

Treten Tiefenwindungen an die Oberfläche, so fixieren sie die Tatsache der fetalen Anlage einer Furche aus mehreren Teilstücken. Das Oberflächlichwerden ist also nicht als ein aktiver Vorgang aufzufassen, sondern im Gegenteil als das Ergebnis des nicht völligen Zusammentreffens von in der ersten Anlage schon getrennten Furchenteilstücken. Schon hierdurch können mannigfaltige individuelle Variationen hervorgerufen werden. Sie werden noch verwickelter, wenn ein irreguläres Zusammenfließen sonst getrennter Furchen stattfindet. So kann die Pars ascendens der ersten Schläfenfurche mit der Pars horizontalis unvereinigt bleiben, dagegen mit der Interparietalfurche zusammenfließen. Ebenso kann der hintere Endast der Sylvischen Fissur losgetrennt sein, um mit der Interparietalfurche zusammenzufließen usw.

Was den physiologischen Wert der Übergangswindungen betrifft, so könnte man von denjenigen, die im Verlauf einer normalen Furche vorkommen und oberflächlich bleiben, glauben, sie stellten eine Art Hemmungsbildung, ein Zurückbleiben auf niederer Stufe dar. So wird es sich auch in der Tat verhalten in Fällen, in welchen eine zusammengesetzte Furche einfach unterbrochen wird. In der Regel aber verlaufen die Übergangswindungen mehr oder weniger stark geschlängelt und sind als Erzeugnis eines gesteigerten Wachstums aufzufassen, welches die Enden der Teilstücke nebeneinander vorbeiführte; statt sie ineinander münden zu lassen, sind sie übereinander hinausgelangt. So sind sie beteiligt bei der Ausbildung des Windungsreichtums. Da die Primärfurchen vorherrschend sagittal verlaufen, werden die sie unterbrechenden geschlängelten Übergangswindungen dazu beitragen müssen, dem Gehirn einen mehr transversalen Typus der Windungen zu verleihen. So kann gerade der Mangel an Tiefenwindungen und der vorherrschende sagittale Windungstypus als der inferiore gegenüber dem anderen erscheinen, und kann umgekehrt die Zersprengung der typischen Furchen unter Umständen ein Zeichen weiterer Entwicklung sein.

5. *Korrelation der Hirnfurchen und Hirnwindungen.*

Wenn eine bedeutende, schon in der Fetalzeit auftretende primäre Hirnfurche einen stärker irregulären Verlauf hat, so wird es leicht geschehen können, oft geschehen müssen, daß andere, zumal benachbarte Furchen davon beeinflußt und ihrerseits von der Norm abgelenkt werden. Schon jene erste ungewöhnliche Furche wird ein Zeichen sein von geänderten Wachstumsvorgängen, die

nicht an Ort und Stelle liegen müssen, sondern auch aus weiterer Ferne ihre Wirkung geltend machen können. Irregularitäten kommen daher an einem Gehirn oft nicht vereinzelt, sondern gehäuft vor. Es wäre eine dankbare Aufgabe, schon von rein mechanischen Gesichtspunkten aus das Problem der Korrelation der Hirnfurchen an einem Körper von gleicher Form und ähnlichen physikalischen Verhältnissen genauer zu untersuchen, als es bisher geschehen ist.

6. *Irreguläre Hirnfurchung und Verbrechertypus.*

Über diesen Gegenstand gibt es bereits eine kleine Literatur. Man hat, was nahe lag, irregulären Windungstypus mit psychischer Störung, dabei auch mit der Anlage zu Verbrechen in Verbindung gebracht. Der Gegenstand ist, was den letzteren Punkt betrifft, noch nicht hinreichend erledigt, so daß es genügen wird, hierauf hingewiesen zu haben.

7. *Variabilität der Hirnwindungen.*

a) Die Windungen beider Hemisphären.

Die Anordnung der Furchen auf beiden Hemisphären eines und desselben Gehirns ist nur selten bis zu einem gewissen genaueren Grade symmetrisch, wie schon erwähnt wurde. Die Abweichungen können sehr beträchtlich sein. Eine etwas genauere symmetrische Anordnung hat man sogar als ein schädliches Moment und als disponierend zu Geisteskrankheiten betrachtet.

G. Retzius (1896) findet an 35 rechten und 40 linken männlichen Hemisphären, bei Vergleichung der prozentischen Zahlen, im großen und ganzen die Unterschiede der Furchung nur unbedeutend. Kleinere Abweichungen sind nach ihm eher als zufällig zu betrachten.

b) Individuelle Verschiedenheiten der Furchen und Windungen.

Der Reichtum an sekundären und besonders an tertiären Windungen kann individuell sehr verschieden sein. Dies ist schon bei gleich großen Gehirnen der Fall und kann bei größeren sich noch wesentlich steigern.

Die wichtigsten individuellen Variationen wurden bereits im Vorausgehenden hervorgehoben. Im allgemeinen ist noch hinzuzufügen, daß die Fissuren zwar konstant vorkommen, dennoch aber sogar bei ihnen Verschiedenheiten in Richtung, Länge und Tiefe gefunden werden. Was die Primärfurchen betrifft, so können von ihnen einzelne sogar fehlen. Sernoff stellte an 100 Gehirnen, die auf die Konstanz der Furchen untersucht wurden, fest, daß der Sulcus frontalis superior und inferior, ebenso der S. interparietalis zwar in der Mehrzahl der Fälle, aber nicht konstant vorkommen. Der Sulcus centralis, praecentralis inferior, temporalis superior, occipitotemporalis, cinguli und olfactorius fehlten in keinem Falle. Was den Sulcus olfactorius betrifft, so ist sein Vorkommen vielleicht durch die Konstanz des Riechlappens bedingt, und es ist fraglich, ob er bei mangelndem Riechlappen zur Ausbildung käme. Er kann, da besondere Verhältnisse bei seiner Entstehung mitwirken, nicht unmittelbar mit den übrigen verglichen werden. In der Mehrzahl der Fälle fand Sernoff außer den genannten noch den Sulcus praecentralis superior, retrocentralis, temporalis inferior und orbitalis entwickelt.

c) Einfluß des Alters.

Die Entwicklung der Fissuren und primären Furchen vollzieht sich schon innerhalb des intrauterinen Lebens. Die Entwicklung der sekundären und tertiären Furchen ist dagegen mit der Geburt noch nicht abgeschlossen, sondern dauert noch einige Zeit nach derselben (nach Sernoff nur einen Monat) fort. Engel stellte fest, daß auffallend breite Gyri besonders in der Blüte der Jahre (bei Männern) vorkommen, bei jüngeren und älteren Personen aber fehlen. Die Stellung des Sulcus centralis erfährt im Laufe des Wachstums eine Änderung (Hamy), indem diese Furche bei Kindern schräger gestellt ist als bei Erwachsenen; der nach vorn offene Winkel, welchen sie mit der Medianlinie bildet, nimmt von 52 bis 70 Grad zu. Hieran ist die stärkere Ausbildung der dritten Stirnwindung beim Erwachsenen beteiligt.

d) Einfluß der Schädelform.

Das dolichocephale Gehirn zeichnet sich aus durch überwiegend longitudinale Ausbildung der Windungen, das brachycephale durch die Neigung zur Bildung transversaler Windungen. Die typischen sagittalen Windungen entwickeln zahlreiche quere Seitenbrücken, die schräg gestellten werden der transversalen Stellung genähert. Dies gilt besonders von den Zentralwindungen und Scheitelwindungen.

e) Einfluß der Rasse.

Die typischen Furchen und Windungen kehren bei den Gehirnen aller Rassen wieder, was Tiedemann zuerst am Gehirn des Negers und Buschmannes zeigte. Neuere Untersuchungen an Negerhirnen weisen nach, daß im Windungscharakter sich eine größere Einfachheit ausspricht, als beim Weißen. In 9 von 13 Fällen war die Insel nicht ganz bedeckt. In einem Falle lag die sonst versteckte Zwickelwindung oberflächlich, wie bei den Affen. Von neueren Arbeiten auf diesem Gebiet seien folgende erwähnt:

Retzius, G., Das Menschenhirn, mit Atlas von 96 Tafeln. Stockholm 1896. — Weinberg, R., Das Gehirn der Esten, mit 12 Tafeln. Kassel 1895. — Das Gehirn der Letten, mit Atlas von 20 Tafeln. Kassel 1896.

Die von verschiedenen Seiten ausgehenden Bestrebungen, allmählich eine Rassenanatomie des Gehirns zu schaffen — unter allen Organen ist das Gehirn der in der Rassenanatomie am meisten zurückgesetzte Teil geblieben —, verdienen alle Aufmunterung; denn es ist gewiß, daß wir uns noch in den Anfängen dieser Lehre befinden, nicht allein bezüglich der Windungen des Endhirns, sondern bezüglich der gesamten Hirnmorphologie. Jeder, der Gelegenheit hat, Rassenhirne zu sammeln oder zu untersuchen, muß die Gelegenheit auch ergreifen, um dem noch bestehenden Mangel abzuhelfen. Vor allem ist zu wünschen, daß von kundiger Hand zahlreiche Gehirne der Australneger gesammelt werden. Es müssen allmählich sämtliche Rassen und ihre Unterabteilungen in den Kreis der Untersuchung gezogen werden.

f) Einfluß des Geschlechts.

Nach Huschkes und Wagners Beobachtungen hat der Stirnlappen im männlichen Geschlecht eine bedeutendere Entwicklung als im weiblichen. In der neueren Zeit ist Rüdinger zu dem gleichen Ergebnis gelangt. Er findet, daß schon im siebenten oder achten Monat des fetalen Lebens derartige Geschlechtsverschiedenheiten bestehen. Beim männlichen Fetus ist der Stirnlappen mächtiger entwickelt und früher mit sekundären Windungen versehen. Auch dem Scheitellappen des Mannes kommt nach den Beobachtungen desselben Autors eine bevorzugte Ausbildung zu.

G. Retzius vergleicht 25 weibliche mit 75 männlichen Hemisphären und kommt zu dem allgemeinen Ergebnis, daß die weiblichen Hemisphären etwas weniger Abweichungen vom Haupttypus, eine größere Einfachheit und Regelmäßigkeit darbieten. Die meisten Arten von Abweichungen sind auch in den weiblichen Hemisphären nachweisbar; sie kommen aber in geringerer Prozentzahl vor. Keine Anordnung der Furchen und Windungen im menschlichen Gehirn ist nachweisbar, welche für das männliche oder für das weibliche Gehirn spezifisch wäre. —

g) Einfluß der Erziehung.

Ausgehend von dem Satze, daß ein Organ, welches stärker funktioniert und besser geübt wird, eine ansehnliche Entwicklung erfährt, werden wir den Satz nicht unannehmbar finden, daß das Gehirn und seine Windungen durch Erziehung und Unterricht in ihrer Entfaltung individuell günstig beeinflußt werden. Neuerdings ist Rüdinger für die Richtigkeit dieses Satzes eingetreten.

8. Mikrocephalengehirne.

Am Schlusse seiner Abhandlung „Vier Mikrocephalengehirne" (Biologische Untersuchungen, IX. Bd., 1900) beklagt es Retzius, daß die Mikro- bezw. Mikrencephalen von den Physiologen und Psychologen so selten genau untersucht wurden, bevor ihre Gehirne zur anatomischen Untersuchung gelangten. „Falls eine solche Untersuchung vorläge, könnte es sich für die Anatomie besser lohnen, diesen Gehirnen eine ins Einzelne gehende mikroskopische Analyse zu widmen, die aber ohne solche Vorstudien kaum der Mühe wert ist."

Ohne Zweifel wird mit der Erfüllung dieser Bedingung die mikroskopische Untersuchung interessantere Aufschlüsse liefern können; aber man vermißt sie dennoch auch im anderen Falle sehr bedeutend; wäre nur der Erhaltungszustand der betreffenden Gehirne häufiger ein besserer, als es der Fall zu sein pflegt. Schon die makroskopische Untersuchung hatte mit diesem Übelstande bisher teilweise schwer zu kämpfen.

Mikrocephalengehirne zeigen keinen bestimmten Typus, sondern sehr verschiedenartige Formen. Dies beweist schon die von Retzius beschriebene Reihe für sich allein.

9. *Windungen von Tiergehirnen.*

Die vergleichende Anatomie der Hirnwindungen ist zurzeit ein umfangreiches Kapitel der vergleichenden Hirnlehre, auf das hier nur kurz verwiesen werden kann. Es wurde schon erwähnt, daß in allgemeiner Hinsicht lissencephale und gyrencephale Tiere unterschieden werden; doch beziehen sich diese Ausdrücke nur auf das Endhirn; die Gyrifizierung des Kleinhirns ist von der des Endhirns ganz unabhängig und ist in einem sehr viel größeren Tierkreise anzutreffen.

Von dem Verhältnis der Endhirnfurchung zur Tiergröße ist bereits unter Nr. 3 die Rede gewesen. Ebenso wurde schon hervorgehoben, daß jeder Tiergattung, wofern sie überhaupt Endhirnfurchung besitzt, ein besonderer Windungsplan zukommt. Alle diese gruppieren sich um mehrere Hauptwindungspläne mit vielen Unterabteilungen.

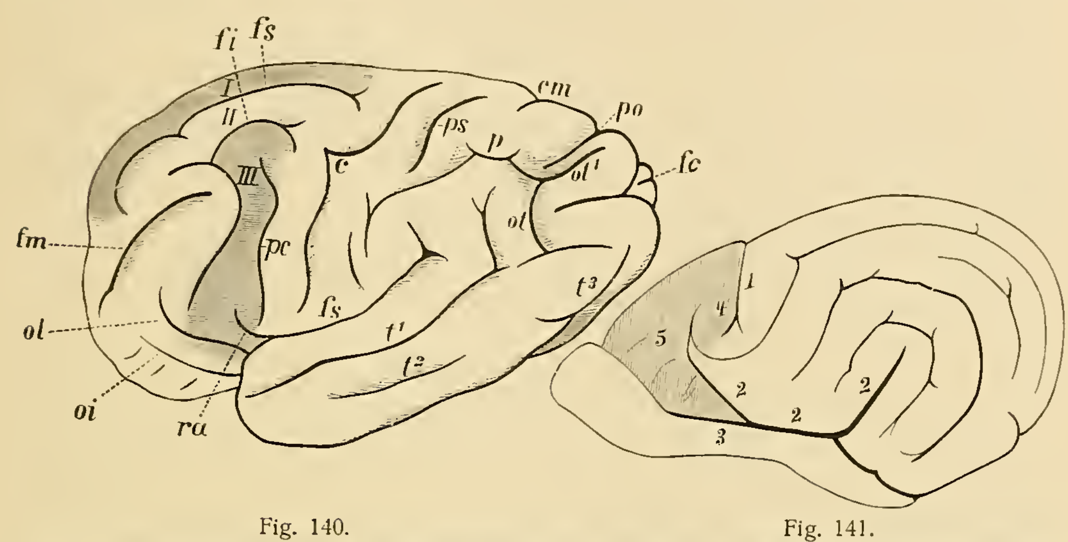


Fig. 140. Fig. 141.

Fig. 140. **Laterale Fläche der linken Endhirn-Hemisphäre eines Orang-Utan.** (Sammlung des zoologischen Institutes zu Leipzig.) *fm* Sulcus frontomarginalis; *ol* Sulcus orbitalis lateralis; *oi* Sulcus orbitalis medius; *ra* Ramus anterior fissurae lateralis; *fs* Fissura lateralis; *t*¹ Sulcus temporalis superior; *t*² Sulcus temporalis medius; *t*³ hinteres Ende des Sulcus temporalis tertius; *fs* Sulcus frontalis superior; *fi* Sulcus frontalis inferior; *pc* Sulcus praecentralis inferior; *c* Sulcus centralis; *ps* Sulcus postcentralis superior; *p* Sulcus interparietalis; *ot—ot*¹ Sulcus occipitalis transversus (Affenspalte); *cm* dorsaler Einschnitt des Sulcus calloso-marginalis; *po* Fissura parieto-occipitalis; *fc* Endstück der Fissura calcarina. *I* Gyrus frontalis superior; *II* Gyrus frontalis medius; *III* Gyrus frontalis inferior s. tertius.

Fig. 141. **Linke Hemisphäre des Gehirnes eines Hundes.** 1 Sulcus cruciatus (Sulcus centralis); 2, 2, 2 Fissura lateralis; 3 Lobus olfactorius; 4 Gyrus praecentralis; 5 vorderer Teil des Stirnlappens; der Stirnlappen ist schraffiert.

Dem menschlichen Typus der Endhirnwindungen steht derjenige der Anthropoiden begreiflicherweise sehr nahe; beide sind Unterabteilungen desselben Hauptplanes. Es fehlt nicht an Unterschieden gegenüber dem menschlichen Typus; sie prägen sich insbesondere im Stirn- und Hinterhauptlappen aus. Welches Anthropoidengehirn dem menschlichen am meisten benachbart sei, unterliegt noch gewissen Zweifeln, Rauber hält dafür dasjenige des Orang-Utan. Wie sehr verschieden manche Fragen der Furchung des Anthropoidengehirns noch beantwortet werden, darüber belehrt neuerdings die sorgfältige Arbeit von Marchand „Über die Morphologie des Stirnlappens und der Insel der Anthropomorphen". Aus einer von Rauber schon vor Jahren ausgeführten, bisher aber nicht veröffentlichten Untersuchungsreihe, welcher auch die von Marchand erwähnten Gipsabgüsse von Anthropoidengehirnen ihren Ursprung verdanken, sei hier nur eine dorsolaterale Ansicht des Oranghirnes beigefügt, um eine Vergleichung mit dem menschlichen anzuregen. Gegenüber anderen Deutungen der Furchen des Oranghirnes, als sie hier gegeben ist, hält Rauber die vorliegende Bezeichnung der Furchen und Windungen für die zutreffende. Fig. 140.

Einem entfernten Windungsplane gehört das Endhirn des Hundes an, worüber Fig. 141 zu vergleichen ist.

Literatur.

Bolk, L., Beiträge zur Affenanatomie: Über das Gehirn des Orang-Utan. Petrus Camper. Bd. I, 1901. — Fischer, E. K., Windungen und Furchen des kindlichen Gehirns im ersten halben

Lebensjahre. Petersburg 1902. — Guszmann, J., Beitrag zur Morphologie der Gehirnoberfläche. Anat. Anz. XIX, 1901. G. beschreibt das Gehirn des Musikers R. Lenz, der Lobulus parietalis inferior zeigt beiderseits eigenartige Gestaltung. — Retzius, G., Das Menschenhirn, Stockholm 1896. — Derselbe, Das Gehirn des Mathematikers Sonja Kowalewski. Biol. Unters. IX, 1900. — Derselbe, Das Gehirn des Astronomen Hugo Gyldens. Biol. Unters. VIII, 1898. — Derselbe, Das Affenhirn. Stockholm, Jena 1906. — Sperino, G., Descrizione morfologica dell' encefalo del Prof. Carlo Giacomini. Internat. Monatsschr. XVIII, 1901. — Waldeyer, W., Hirnfurchen und Hirnwindungen, Hirnkommissuren, Hirngewicht. Merkel u. Bonnet, Ergebnisse VIII, 1898. — Derselbe, Topographie des Gehirns. Nach einem Vortrage. Leipzig 1901. — Ziehen, Th., Das Zentralnervensystem der Monotremen und Marsupialier, I. Teil, 1897. — Zuckerkandl, Zur Morphologie des Affenhirns. Zeitschr. Morphol. und Anthropol. IV, 1902.

II. Ventrikulare Oberfläche der Hemisphären.

Die innere oder ventrikulare Oberfläche des Endhirns liegt in den Wänden eines in der Hemisphäre enthaltenen flachen, langgestreckten Hohlraumes zutage, der die äußere Form der Hemisphäre nachahmt und als Seitenventrikel, Ventriculus lateralis, schon Erwähnung gefunden hat.

Jedem der vier Lappen der Großhirnhemisphäre entspricht ein Abschnitt des Seitenventrikels. Das Vorderhorn, Cornu ant., liegt im Stirnlappen, der zentrale Teil, Pars centralis im Scheitellappen, das Hinterhorn, Cornu post., im Hinterhauptlappen, das Unterhorn, Cornu inf., im Schläfenlappen.

Der Ventriculus lateralis jeder Hemisphäre ist mit Ausnahme einer einzigen Stelle, des ihn mit dem Ventriculus tertius verbindenden wichtigen Foramen interventriculare (Monroi) allseitig geschlossen.

Die Anschauung, die man von dem Seitenventrikel und überhaupt vom Ventrikelsystem des Gehirns durch die künstliche Eröffnung seiner Wände erhält, wird wesentlich ergänzt durch Ausgüsse des Ventrikels mit erstarrenden Massen, wie sie zuerst von Rauber und von Welcker hergestellt worden sind und wie sie sich auch durch andere Methoden (Platten-Modelliermethode u. a.) in vergrößertem Maßstabe herstellen lassen.

In Fig. 142, welche einen solchen Ausguß widergibt, bezeichnet die Ziffer III den III. Ventrikel, der vorn seitlich durch einen dünnen Stiel, das ausgefüllte Foramen interventriculare, in den Ventriculus lateralis übergeht. Rückwärts setzt sich der III. Ventrikel in den Aquaeductus (*a*) fort, dieser in den IV. Ventrikel (IV), welcher seitliche Ausbuchtungen trägt, die nur zu einem kleinen Teil gefüllt sind, die bekannten Recessus laterales (*r. l.*); bei *f* befindet sich der Giebel des IV. Ventrikels. Betrachtet man den rechten Seitenventrikel, so macht sich das Cornu anterius als stärkerer vorderer Vorsprung (*c. a.*), das Cornu inferius (*c. i.*) als ausgedehnter unterer Vorsprung, das Cornu posterius als kleiner hinterer Vorsprung geltend. An letzterem ist ein medialer Eindruck sichtbar, der dem Vogelsporn des Hinterhorns entspricht; ein stärkerer medialer Eindruck liegt auch im Unterhorn (*h*); er entspricht der Wölbung des Hippocampus. Der vom Foramen interventriculare bis zur Verbindungsstelle des Unter- und Hinterhorns reichende Mittelteil stellt die Pars centralis dar. Deutlich tritt am ganzen Seitenventrikel ferner dessen Ringform hervor, welche der Form des Ringlappens folgt und eine vordere untere Lücke besitzt. Das Cornu anterius, vom Foramen interventriculare bis zum Vorderende reichend, hat etwa 30, das Cornu posterius 12—20, das Cornu

inferius 30—40, die Pars centralis 40 mm Länge. Vorder- und Hinterhornspitzen sind in gerader Linie 75—80 mm entfernt. Die dorsal gelegenen Teile des Ventrikels divergieren rückwärts; zugleich zeigen sie eine S-förmige Krümmung; der vordere Teil kehrt seine Konvexität medianwärts, der hintere lateralwärts.

Fig. 95 dagegen zeigt das Ventrikelsystem im Medianschnitte des Gesamthirns. Vom Seitenventrikel ist hier natürlich nichts wahrzunehmen. Man sieht nur zwischen Gewölbe und Sehhügel die kleine Pforte des III. Ventrikels, welche in den Seitenventrikel führt, das Foramen interventriculare.

Retzius, A., Die Gestalt der Hirnventrikel des Menschen. Nach Metallausgüssen dargestellt. Biolog. Unters. IV, 1900.

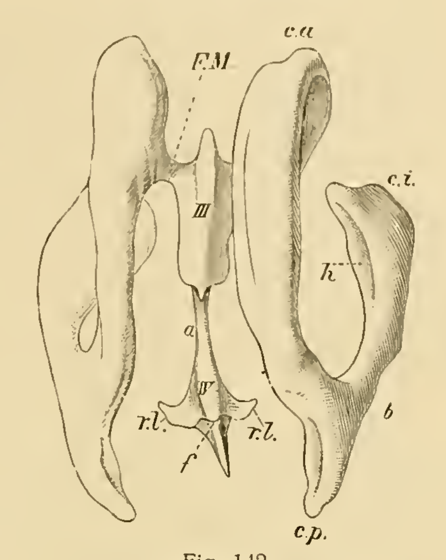


Fig. 142.
Ausguß des Ventrikelsystems.
(Nach Rauber und Welcker.) ca. 2:3.
IV Vierter Ventrikel mit dem Zelte *f* (Fastigium) und den Recessus laterales (*r. l.*); *a* Aquaeductus; *III* dritter Ventrikel; *F. M.* Verbindung des dritten Ventrikels durch das Foramen interventriculare mit dem linken Seitenventrikel. Am Ausgusse des rechten Seitenventrikels bedeutet *c.a.* das Cornu anterius; *c.p.* das Cornu posterius; *b* Trigonum collaterale; *c.i.* Cornu inferius mit *h.* Abdruck des Hippocampus.

Wände des Seitenventrikels.

a) Cornu anterius. Fig. 99, 100, 103, 108, 126—132.

1. Nucleus caudatus, Schweifkern. Als ein Teil des Bodens und der lateralen Wand des Ventrikels fällt vor allem ein grauer Hügel auf, Nucleus caudatus, welcher aus einem am Vorderhorn gelegenen dicken Kopfe, Caput nuclei caudati, und einer dünnen, nach hinten und in das Unterhorn ziehenden Verlängerung, Schweif, Cauda nuclei caudati, besteht. Im Unterhorn bildet der langgestreckte Schweif einen Teil des Daches des Unterhornes und geht als schmaler Streifen am Vorderende des Horns in den Nucl. amygdalae über.

Der Nucleus caudatus ist also ein vorn-unten offener Ring, ähnlich dem Thalamus, an dessen lateraler Seite gelegen er rückwärts, abwärts und vorwärts zieht; der Kopf hat 2 cm größte Breite und endet vorn abgerundet. Seine Konvexität ist medianaufwärts gerichtet. An der Umbiegungsstelle in das Unterhorn hat der Schweif eine Breite von etwa 3 mm, die sich nach unten und vorn vermindert. Die freie Fläche ist vom Ependym bekleidet.

2. Corpus callosum. Das Dach des Vorderhorns wird vom Corpus callosum gebildet. Das Knie des Balkens schließt den Seitenventrikel vorn ab, bildet also die vordere Wand und noch einen Teil der unteren Wand desselben. Fig. 97.

3. Septum pellucidum. Es bildet die mediale Wand des Vorderhorns und des vorderen Teiles der Pars centralis des Ventrikels. Fig. 100, 103, 108, 126.

b) Pars centralis. Fig. 99, 100, 128, 129.

Die Pars centralis ist eine niedrige bis 15 mm breite Spalte, deren vom Balken gebildetes Dach jederseits unter sehr spitzem Winkel an den Boden grenzt, wie die Fig. 128, 129 deutlich zeigen. Der Boden wird lateral vom Nucleus caudatus

gebildet; medial folgen die Stria terminalis, die Lamina affixa, welche die Thalamusoberfläche bedeckt, der Plexus chorioideus ventriculi lateralis mit seiner Epithelbekleidung, die dorsale Fläche des freien, mit dem Balken nicht verwachsenen Teiles des Fornix.

1. Stria terminalis. Der Grenzstreif ist ein schmaler, zwischen Thalamus und Nucleus caudatus hinziehender Streifen, welcher infolge einer dicht unter der Oberfläche gelegenen, seiner Bahn folgenden Vene, V. terminalis, oft ein bläuliches oder bräunliches Aussehen besitzt. Fig. 99, 100, 108.

2. Lamina affixa (Fig. 108) ist eine dünne Substanzschicht, welche die V. terminalis zudeckt und sich als dünnes Blatt über den anstoßenden Teil des Sehhügels fortsetzt. Dann geht sie in das Epithel des Plexus chorioideus ventriculi lateralis über. Die Breite der Lamina affixa nimmt von vorn nach hinten erst zu und dann wieder ab, sie erreicht im Maximum 5—6 mm. Entfernt man den Plexus chorioideus ventriculi lat., so kommt der mediale Rand der Lamina affixa deutlich zu Gesicht. Er wird als Taenia chorioidea bezeichnet. Fig. 108.

Im Unterhorn kommt die Taenia chorioidea dicht an die Stria terminalis zu liegen.

Die Taenia chorioidea steigt neben der Cauda nuclei caudati in das Unterhorn herab bis zu dessen vorderem Ende. Hier biegt sie in den Saum der Fimbria hippocampi um und geht so in die Taenia fornicis über. Die beiden Fornixtaenien verbinden sich schließlich über dem Monroschen Loche (For. interventriculare) in der Mittellinie.

Die Lamina affixa ist, wie dies neuerdings auch Hochstetter betont, gleich dem Epithel des lateralen Adergeflechtes und gleich dem Fornix und dem Septum pellucidum ein Rest der medialen Hemisphärenwand.

3. Plexus chorioideus ventriculi lateralis, siehe Hirnhäute.

4. Fornix, siehe weiße Substanz des Endhirnes.

c) *Cornu posterius.* Fig. 99, 100, 103, 118, 131.

Das Hinterhorn ist eine lateral konvexe, medial konkave Spalte, deren Spitze dem Occipitalpol sich zuwendet. Der Querschnitt ist ungefähr dreiseitig.

Die dorsale Wand wird von der Balkenstrahlung gebildet. Die ventrale Fläche wird von Markteilen des Hinterhauptlappens getragen. Die mediale Wand zeigt meist zwei übereinander liegende Längswülste, von welchen der konstante untere, Calcar avis, Vogelsporn (Fig. 99, 118), durch das tiefe Eindringen der Fissura calcarina (Fig. 131), der obere, Bulbus cornu posterioris, durch die hinteren Teile der Balkenstrahlung erzeugt wird. Der Boden des Hinterhornes ist meist mehr oder weniger stark gewölbt.

d) *Cornu inferius.* Fig. 118, 129, 144.

Das Unterhorn erstreckt sich bis auf 12 mm Entfernung vom Vorderende des Uncus gyri hippocampi und hat dreiseitigen Querschnitt. Der Boden des Unterhornes ist die Fortsetzung des Bodens des Hinterhornes nach unten und vorn; er zeigt lateral einen mehr oder weniger starken Längswulst, Eminentia collateralis, der an der Grenze des Hinterhornes als Trigonum collaterale beginnt und durch das tiefe Eindringen der Fissura collateralis erzeugt wird. Das Dach des Unterhornes wird wie das Dach des Hinterhornes vor allem durch die Strahlung des Balkens gebildet. Dieses Dach der beiden Hörner heißt insbesondere Tapetum, die Strahlung selbst Tapetumstrahlung des Balkens. Das Dach des Unterhornes besteht aber ferner noch aus dem medial gelegenen Schweife des

Nucleus caudatus und aus dem an seiner medialen Seite dahinziehenden Teil der Stria terminalis und der Taenia chorioidea.

Die größte Merkwürdigkeit besitzt das Unterhorn aber in dem Hippocampus s. Cornu Ammonis. Fig. 118, 144.

An der unteren und der medialen Wand des Unterhornes gelegen, stellt dieser einen halbmondförmig gekrümmten, 50 mm langen Wulst dar, welcher vor dem Bulbus cornu posterioris beginnt und mit lateral gerichteter Konvexität nach vorn verläuft. Auf diesem Wege nimmt er an Breite und Höhe zu und zeigt sich im vorderen breiteren Teile durch 2—4 seichte Eindrücke in eine wechselnde Anzahl nebeneinander liegender Klauen, Digitationes hippocampi, gegliedert.

Besonders deutlich und konstant ist einer dieser Wülste, der mediale, der sich in den Uncus gyri hippocampi fortsetzt. Von den Crura fornicis ist hier vorgreifend zu erwähnen, daß sie als Fimbria hippocampi dem Hippocampus in das Unterhorn folgen, zwischen dem Hippocampus und der Fascia dentata ihre Lage haben und an den Hippocampus befestigt sind, in welchen ein Teil ihrer Faserung ausstrahlt.

Die mediale Wand des Unterhornes wird aber nicht allein vom Hippocampus gebildet, sondern auch vom Plexus chorioideus ventriculi lateralis.

Der letztere setzt sich von der Pars centralis aus in das Unterhorn fort, ohne in das Hinterhorn einzudringen, oder letzteres nur mit einem stumpfen Fortsatze beteiligend. Er ist an der Taenia chorioidea des Unterhornes und am Rande der Fimbria hippocampi, welcher Taenia fimbriae genannt wird, befestigt. Über die Hauptverhältnisse der verschiedenen Teile des Unterhornes orientieren Querschnitte besonders leicht; siehe Hirnhäute.

Die Hirnwindung des Schläfenlappens, welche den Hippocampus trägt und durch Umrollung sich in denselben fortsetzt, ist der Gyrus hippocampi. Basal von der Fimbria, medial vom Hippocampus liegt der freie Vorsprung der sonderbaren Fascia dentata hippocampi. Man erkennt, daß sowohl der Hippocampus als auch die Fascia dentata nichts anderes sind, als modifizierte Gyri; dies zeigt auch die mikroskopische Untersuchung; siehe weiter unten.

Barrat, J. O. W., The form and form-relations of the human cerebral ventricule cavity. Journ. Anat., Phys. Bd. 36, 1902.

III. Die grauen Kerne des Endhirnes.

Außer der grauen Rinde besitzen die Hemisphären noch andere graue Massen, die in ihrem Inneren gelegen sind und daher graue Kerne oder Ganglien des Endhirnes genannt werden. Es sind ihrer jederseits vier vorhanden: Nucleus caudatus, Nucleus lentiformis, Claustrum und Nucleus amygdalae; man sieht, daß die Namen ihrer Form entlehnt sind.

Sie stellen zusammen nur einen kleinen Bruchteil der grauen Substanz der Hemisphäre dar, und man erkennt, daß die überwiegenden Funktionen notwendigerweise nicht im Inneren des Hirnes sich abspielen, wie es der Anfänger sich vorzustellen pflegt, sondern in der Peripherie desselben. Immerhin aber sind die grauen Kerne bedeutungsvolle Gebilde und bedürfen ebenso genauer Erforschung, wie die übrigen Teile des Gehirnes.

1. **Nucleus caudatus,** Schweifkern. Fig. 108, 126—132.

Er hat keulenförmige Gestalt, folgt ganz dem Verlaufe des Seitenventrikels und hat dessen Breite. Man unterscheidet an ihm das Caput nuclei caudati und die Cauda nuclei caudati.

Im vorderen Teil ist er zugleich am dicksten und nimmt nach dem Schwanzende immer mehr an Masse ab. Mit der medialen Kante seiner dorsalen Fläche stößt er an die Stria terminalis, mit der lateralen erreicht er den lateralen Rand des Seitenventrikels und sendet im mittleren

Gebiet noch eine hakenförmige Verlängerung auf den lateralen Abschnitt des Ventrikeldaches. Da der Schweif des Schweifkernes neben dem Thalamus zum Dache des Unterhornes umbiegt, so wird der Kern durch Frontal- und Horizontalschnitte zweimal getroffen werden können. Die laterale Fläche des Nucleus caudatus ist der Capsula interna zugewendet und im Gebiet des Schweifes konvex; im Gebiet des Kopfes ist sie dagegen schwach konkav, zugleich tritt hier der ventrale Rand mit dem gegenüberliegenden ventralen Rande des Nucleus lentiformis in unmittelbare Substanzverbindung. Außer dieser großen ventralen Brücke kommen weiter dorsal graue Verbindungsstreifen zwischen den beiden Kernen vor. Diese Streifen insbesondere gaben Veranlassung zu der alten Bezeichnung Corpus striatum für beide Kerne und ihre Verbindungsstreifen.

2. **Nucleus lentiformis,** Linsenkern. Fig. 126—129, 131, 132.

Der Linsenkern liegt lateral vom Schweifkern und ist von ihm durch eine breite Spalte geschieden, welche von weißer Substanz, der Capsula interna, eingenommen wird. Vorn ventral hängt er mit dem Schweifkern zusammen; einen anderen Zusammenhang bewirken die vorher erwähnten Verbindungsstreifen.

Die mediale Fläche des Linsenkernes grenzt an die Capsula interna und besitzt eine geneigte, aufwärts und medianwärts sehende Lage; die laterale Fläche steht vertikal, ist leicht gewölbt, der Inselrinde parallel und grenzt an die Capsula externa. Die ventrale Fläche liegt horizontal und hängt in ihrem mittleren Teil mit der grauen Substanz der Substantia perforata anterior zusammen. Der Querschnitt ist hiernach dreiseitig und die Schneide des Keiles gegen den Hirnschenkel gerichtet.

Am frischen Präparat lassen sich durch Farbenunterschiede drei in Querrichtung nebeneinander liegende Teile, die Glieder des Linsenkernes wahrnehmen. Das äußere Glied ist das längste und überragt die beiden anderen vorn und hinten; es ist von rotbrauner Farbe und mit feinen weißen Streifen durchsetzt. Man nennt es seit Burdach die Schale, Putamen. Die beiden inneren Glieder sind blaß und gelbgrau; sie bilden zusammen den Globus pallidus. Der vordere Teil der ventralen Fläche oder der Basis des Linsenkernes wird von der Commissura anterior cerebri gekreuzt und erhält von ihr eine Furche. Der vordere Teil des Linsenkernes, der allein aus dem Putamen besteht, ist verglichen mit dem Querschnitte des Kopfes des geschwänzten Kernes sehr klein; er erstreckt sich auch nicht so weit nach vorn wie der Kopf des Nucleus caudatus, welcher von allen Ganglien am weitesten nach vorn reicht.

Sehr instruktive Bilder gewähren auch Horizontalschnitte, die besten aber plastische Konstruktionen nach Schnittserien. Ein Horizontalschnitt zeigt die schwach konvexe Außen- und die stark konvexe, aus zwei Teilen bestehende Innenwand des Linsenkernes, so daß man auch hier drei Seiten unterscheiden kann. Die größere äußere Seite sieht zur Capsula externa, die vordere zum Nucleus caudatus, die hintere zum Sehhügel. Fig. 131, 132. Dem Übergange der vorderen in die hintere Seite entspricht das wichtige Knie der inneren Kapsel und die Stria terminalis. Auf Sagittalschnitten hat der Linsenkern die Form einer bikonvexen Linse. Vorn und hinten ist der ventrale Rand frei, in der Mitte aber mit der Substantia perforata anterior verbunden.

3. **Claustrum,** Vormauer. Fig. 126—129, 131, 132.

Dieser flächenhaft ausgebreitete Kern liegt an der äußeren Seite der Capsula externa und stellt eine schmale, 1—2 mm dicke Platte grauer Substanz dar, die sich ventralwärts auf das Doppelte verdickt und hier medial mit der Substantia perforata anterior zusammenhängt.

Die mediale Fläche ist glatt, die laterale springt von Strecke zu Strecke leistenartig vor. Von der grauen Rinde der Insel ist die Vormauer durch ein ansehnliches Marklager getrennt, welches Capsula extrema genannt wird.

4. **Nucleus amygdalae,** Mandelkern. Fig. 128.

In der Nähe des Schläfenpoles der Hemisphäre, vor der Spitze des Unterhornes, springt er in Form eines vor dem Ende des Hippocampus gelegenen Wulstes gegen die Höhle des Unterhornes und gegen das Marklager der Hemisphäre vor und hängt mit der Rinde des Gyrus hippocampi sowie mit der Substantia perforata anterior zusammen.

Claustrum und Nucleus amygdalae sind abgespaltene Teile von den tieferen Schichten der grauen Substanz und zwar die Vormauer von der Inselrinde, der Mandelkern von der Rinde des Schläfenlappens.

IV. Die weisse Substanz des Endhirnes.

Die bedeutende Entfaltung grauer Substanz in der Rinde und den Kernen des Endhirnes läßt schon für sich allein entsprechende Mengen von weißer Substanz, d. i. von Leitungsbahnen, erwarten. In der Tat nimmt die weiße Substanz einen beträchtlichen Raumteil im Endhirn ein; sie bildet überall die Ausfüllungsmasse zwischen der Rinde, den Ganglien und dem Ventrikelependym.

Am breitesten erscheint das Marklager an einem Horizontalschnitte, welcher die dorsale Fläche des Balkens streift. Es stellt hier ein großes weißes Feld von ovaler Form dar, welches den Namen Centrum semiovale (Fig. 98) erhalten hat. Sein Außenrand ist reichlich mit Vorsprüngen besetzt, welche als Markleisten in die Höhlungen der Rindenwülste passen. Am medialen Rande geht das Centrum semiovale entsprechend der Ausdehnung des Balkens unmittelbar in dessen Fasermassen über. An der Zusammensetzung des ganzen Markkörpers sind drei verschiedene Arten von Faserstrahlungen beteiligt: 1. Assoziationssysteme, 2. Kommissurensysteme, 3. Hirnschenkelsysteme.

1. Assoziationssysteme. Fig. 143.

Assoziationssysteme sind kleinere oder größere Faserzüge verschiedener Lagerung, welche Verbindungen herstellen zwischen näheren und entfernteren Gebieten der grauen Substanz derselben Hemisphäre.

Man unterscheidet:

a) Fibrae arcuatae gyrorum. Sie wenden sich von einer Windung bogenförmig zur benachbarten anderen;
b) die äußere Tangentialfaserschicht (siehe den Abschnitt: Feinerer Bau);
c) den Gennarischen Streifen (siehe den Abschnitt: Feinerer Bau);
d) das super- und interradiäre Flechtwerk (siehe den Abschnitt: Feinerer Bau);
e) Fasciculi longi (Fibrae arcuatae cerebri der B. N. A.). Unter diesem Namen sind acht lange, schon makroskopisch darstellbare Assoziationssysteme vereinigt, nämlich:

1. Cingulum, Zwinge (Burdach). Dieser sagittal verlaufende Faserzug liegt in der Markleiste des Gyrus cinguli parallel dem Balken und dessen dorsaler Fläche dicht anliegend, folgt sodann der Bahn des Gyrus hippocampi und gelangt bis zum Uncus. Das Bündel gibt fortwährend Fasern an die benachbarten Windungen ab und empfängt neue. Es hilft die Substantia reticularis alba des Gyrus hippocampi bilden.

2. Fasciculus longitudinalis superior, oberes Längsbündel (Burdach). Es verbindet wesentlich Stirn- und Hinterhauptlappen, von ersterem besonders die mittlere Stirnwindung.

3. Fasciculus subcallosus (Onufrowitsch-Kaufmann), ebenfalls ein fronto-occipitales Bündel. Es liegt mit dem größten Teile seiner Fasern unmittelbar unter dem Balken und hilft hinten das Tapetum des Seitenventrikels bilden.

4. Fasciculus longitudinalis inferior, unteres Längsbündel (Arnold). Verbindung des Hinterhauptlappens mit dem Schläfenlappen; nach Flechsig aber mit dem Thalamus einen Teil der Radiatio occipito-thalamica bildend.

5. Fasciculus uncinatus, Hakenbündel. Es zieht von der unteren Stirnwindung über die Inselschwelle zum Gyrus hippocampi und den angrenzenden Teilen des Sichel- und Schläfenlappens.

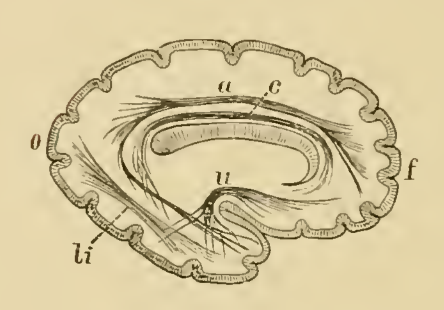


Fig. 143.
Lange Assoziationssysteme der Hemisphäre des menschlichen Endhirnes. 1 : 4.
a Fasciculus arcuatus; *c* Cingulum; *u* Fasciculus uncinatus; *li* Fasciculus longitudinalis inferior; *o* Occipitalpol; *f* Stirnpol der Hemisphäre.

6. Fasciculus verticalis (Wernicke). Vom unteren Scheitelläppchen zum Gyrus fusiformis.

7. Das Brocasche Bündel. Von der Spitze des Hippocampus durch die Substantia perforata anterior zum Gyrus cinguli.

8. Das Gewölbe, Fornix. Ein Teil der Fornixfasern geht nicht bis zum Corpus mamillare herab, sondern endet im Septum pellucidum. Der Fornix ist ein gemischtes System.

f) die Verbindungen des Nucleus lentiformis mit dem Nucleus caudatus;

g) die Verbindungen dieser beiden und der zwei übrigen Kerne des Endhirnes mit der grauen Rinde.

Das Gewölbe, Fornix. Fig. 97, 100, 103, 104, 118, 127—132, 137, 144.

Das Gewölbe hat seinen passenden Namen von dem Umstande, daß es in langem, an die Ventralseite des Balkens großenteils angeschmiegtem, dorsal konvexem Bogen sich von den Corpora mamillaria aus bis zum Uncus gyri hippocampi jeder Seite erstreckt, welche beiden Stellen als die Fußpunkte des Gewölbes betrachtet werden können. Fig. 137, 144.

Das Gewölbe, ein paariges Gebilde, besteht aus einem verborgenen und einem freien Teil. Letzterer beginnt als sogenannte Columna fornicis. Der verborgene Teil, Pars tecta columnae fornicis (Fig. 97), liegt im Boden und in der Seitenwand des III. Ventrikels, im Höhlengrau des letzteren, und läßt sich bis zum Corpus mamillare derselben Seite verfolgen. Dicht hinter der vorderen Kommissur beginnt der freie Teil des Gewölbes und steigt als Pars libera columnae fornicis vom Boden des III. Ventrikels in die Höhe, begrenzt das Foramen interventriculare (siehe III. Ventrikel, S. 113) von vorn und durchzieht gewölbeförmig in einem unten-vorn offenen Bogen die ganze Länge des konkaven, inneren Randes der medialen Hemisphärenfläche bis zum vorderen Ende des Schläfenlappens. In der vorderen und hinteren Abteilung des Verlaufes sind die Gewölbehälften beider Seiten voneinander getrennt (siehe Fig. 102, 103); im mittleren Teil aber legen sie sich an der ventralen Balkenfläche innig aneinander und bilden hier das Corpus fornicis; es geht aus der Aneinanderlagerung der beiden Columnae fornicis hervor. Weiter hinten weichen die beiden Hälften des Corpus fornicis wieder auseinander und heißen alsdann Crura fornicis, Gewölbeschenkel. Letztere biegen hinter dem Pulvinar thalami in das

Unterhorn des Seitenventrikels um, gehen zum Teil in den Hippocampus über, zum Teil werden sie zu einem Saume, Fimbria hippocampi (Fig 118), welcher, mit dem Hippocampus verbunden, letzteren in das Unterhorn bis zum Haken begleitet. So hat die Fimbria ihre Lage zwischen dem Hippocampus und seiner Fascia dentata.

Das Corpus fornicis liegt auf der Tela chorioidea. Sein lateraler Rand, Taenia fornicis, ist mit dem Plexus chorioideus ventriculi lat. verbunden, und setzt sich fort in die Taenia fimbriae.

Das Gewölbe ist durch seine Säulen mit dem Septum pellucidum, durch seinen Körper und seine Schenkel mit der unteren Fläche des Balkens verbunden, indem letzterer die genannten Teile bedeckt. Die Vereinigung des Ge-

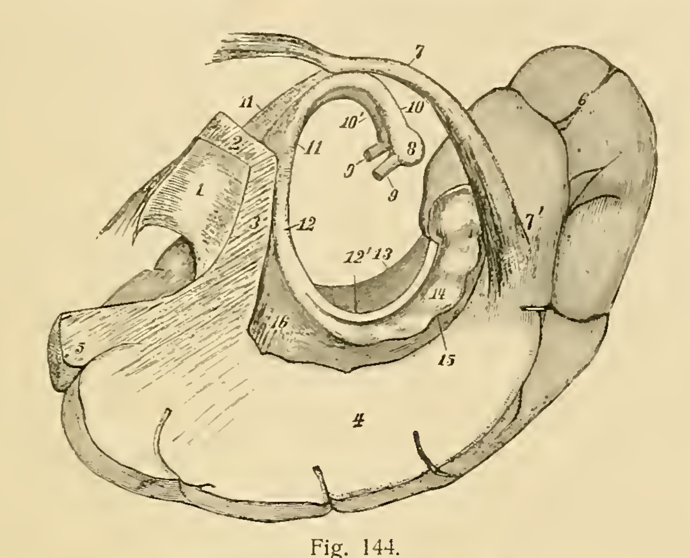


Fig. 144.

Fornix, Hippocampus und Commissura ant. 1 : 1.
Vom rechten Hinterhaupt- und Schläfenlappen ist ein dorsaler Teil entfernt.

1 dorsale Fläche der hinteren Hälfte des Balkens, dessen vordere Hälfte durch einen Querschnitt (2) entfernt wurde; 3 seitliche Schnittfläche des Balkens; 4—5 horizontale Schnittflächen des Schläfen- und Hinterhauptlappens; 6 Schläfenpol; 7—7' rechte Hälfte der vorderen Commissur; 8 Corpus mamillare dextrum; 9—9 Hirnschenkelbündel zum Corpus mamillare; 10 Columna fornicis; 10' dieselbe der linken Seite; 11, 11 Corpus fornicis; 12 Crus fornicis; 12' Fimbria hippocampi; 13 Gyrus hippocampi; 14 Hippocampus; 15 lateral von letzterem gelegener Teil des Unterhornes und Bahn der Eminentia collateralis; 16 Trigonum collaterale.

wölbes mit dem Balken ist am Anfange des Corpus fornicis am innigsten. Die auseinanderweichenden Crura fornicis umschreiben mit der unteren Fläche des Balkenwulstes ein gleichschenkeliges Dreieck, dessen Spitze nach vorn gerichtet ist (Fig. 100). Zwischen den seitlich begrenzenden Fornixschenkeln liegt eine dünne Markplatte mit wesentlich transversaler Faserung zutage, welche die ventrale Fläche des Balkens bedeckt. Sie ist mit dem Balken häufig nicht vollständig verwachsen, sondern durch einen kleinen Spaltraum von ihm getrennt. Die beiden Schenkel mit den quer ausgespannten Fäden, oder diese allein, führten früher den Namen Psalterium oder Lyra Davidis. Jetzt werden sie als Commissura hippocampi, Ammonskommissur (Fig. 100 und 103) bezeichnet.

Die Columnae fornicis haben einen ovalen Querschnitt, das Corpus ist dreiseitig, die Crura sind platt (Fig. 127, 128). Die Länge des freien Gewölbes bis zum fimbrialen Ende beträgt gegen 9 cm.

Von den Wurzeln des Gewölbes ist zusammenzufassen, daß vom Tuberculum anterius thalami das Vicq d'Azyrsche Bündel (Fasciculus thalamo-mamillaris) ausgeht und durch den Thalamus und das Höhlengrau des III. Ventrikels zum Corpus mamillare gelangt (S. 109); das Vicq d'Azyrsche Bündel heißt daher auch Radix descendens fornicis; vom Corpus mamillare steigt andererseits die Pars tecta columnae fornicis auf, ebenfalls im Höhlengrau des III. Ventrikels, als erster unmittelbarer Bestandteil des Gewölbes; die Columna wird daher auch Radix ascendens fornicis genannt. Fig. 97.

2. *Kommissurensysteme.*

Während die Assoziationssysteme das Gebiet ihrer Hemisphäre nicht verlassen, also in dieser Hemisphäre liegende Verbindungen darstellen, bilden die Kommissurensysteme im Gegensatze zu ihnen Verbindungen zwischen beiden Hemisphären. Ob sie ausschließlich oder nur teilweise Verbindungen zwischen identischen Gebieten beider Hemisphären darstellen, steht dahin.

Das Endhirn enthält zwei große Kommissurensysteme, den Balken und die vordere Kommissur. Verglichen mit den Verhältnissen des Rückenmarkes sind beide als dorsale Kommissuren zu betrachten.

a) Der Balken, Corpus callosum (Commissura maxima). Fig. 95, 97, 98, 126—129, 131.

Man unterscheidet an ihm einen freien mittleren Teil und eine seitliche Ausstrahlung: den Balkenstamm und die Balkenstrahlung (Burdach).

a) Der Balkenstamm, Truncus corporis callosi, zeigt sich beim Auseinanderziehen der dorsalen Ränder beider Hemisphären als eine in der Tiefe der Fissura longitudinalis cerebri liegende starke, 7—9 cm lange Markbrücke, welche vom Vorderrande der Hemisphäre 3, vom Hinterrande 5—6 cm entfernt ist; 3 cm beträgt auch sein Abstand von der Mantelkante. Die dorsale Fläche des Balkens ist jederseits von der überliegenden Hemisphärenwand durch den Sulcus corporis callosi abgegrenzt, welcher bis 5 mm tief eindringt. So kommt es, daß die freie Fläche des Balkens eine Breite von 15 mm erreicht. Nahe der Mittellinie laufen zwei weiße Längsstreifen, die vorn und hinten etwas auseinander weichen: Striae longitudinales mediales (Fig. 98). Die Striae biegen vorn und hinten auf die ventrale Fläche um. Zwei andere Längsstreifen, Striae longitudinales laterales, liegen verdeckt vom Gyrus cinguli und werden nach Ablösung desselben sichtbar; sie gehören ursprünglich einem rudimentären Gyrus, der sich hinten in die Fasciola cinerea und in die Fascia dentata fortsetzt, sowie späterhin dem Cingulum (siehe Assoziationssysteme) an. Quere Furchen grenzen die Striae transversae ab.

Die ventrale Fläche des Balkens, etwa 1 cm von der dorsalen entfernt, läuft im ganzen, abgesehen von beiden Enden, der dorsalen parallel. Die ventrale Fläche ist in ihrer vorderen Hälfte entlang der Mittellinie mit dem Septum pellucidum verwachsen, hinter letzterem mit dem Corpus fornicis und den Crura fornicis. Seitlich vom Septum pellucidum bildet der Balken das Dach der Vorderhörner sowie der Pars centralis des Seitenventrikels und ist von Ependym bedeckt. Der vordere Rand des Balkenkörpers biegt sich (siehe den Medianschnitt Fig. 97) in starker Krümmung nach vorn-unten um und gestaltet sich so zum Balkenknie, Genu corporis callosi. Infolge dieser Umbiegung entsteht ein 2 cm langes ventrales Horizontalstück, welches auf den Medianschnitt keilförmig zugeschärft erscheint und Balkenschnabel, Rostrum corporis callosi, genannt wird. Das Rostrum läuft seinerseits in ein sehr dünnes Markblatt aus, welches sich nach

hinten-unten bis zur Lamina terminalis erstreckt und hier endigt. Dieses 1 cm lange dünne Markblatt führt den Namen Lamina rostralis. Der vordere und untere Rand des Septum pellucidum ist entlang der Mittellinie am Balkenknie und Balkenschnabel befestigt. Auf der vorderen Fläche des Balkenknies dagegen sind die Fortsetzungen der Striae mediales sichtbar, die auf dem Rostrum divergierend weiterziehen und jederseits als kleine Wülste bis zur Substantia perforata anterior gelangen; man nannte sie früher Pedunculi corporis callosi, gegenwärtig dagegen Gyrus subcallosus. Fig. 95, 133.

Das hintere Ende des Balkens ist verdickt und bildet so den Balkenwulst, Splenium corporis callosi. Bei genauerem Zusehen jedoch findet etwas Ähnliches statt wie vorn; auch hier rollt sich der Balken um, doch plötzlicher, so daß der umgerollte Teil sich inniger an die ventrale Fläche anlegt (Fig. 146). Der infolge dieser Verdoppelung verdickte hintere Balkenteil, Splenium corporis callosi, ist 1,5—1,8 cm dick und deckt bei natürlicher Lage der Teile von oben her das Corpus pineale und die Vierhügel (Fig. 97). Zwischen dem Splenium und den Vierhügeln dringt die Fissura transversa cerebri ein, durch welche die Pia zum Dache des Ventriculus tertius gelangt, um die Tela chorioidea ventriculi tertii zu bilden.

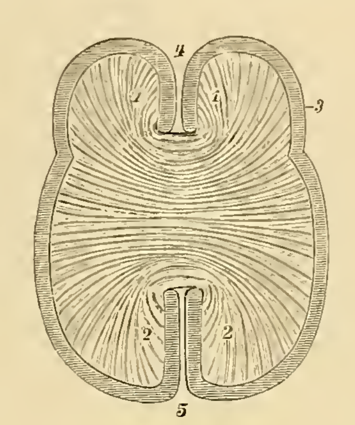


Fig. 145.
Radiatio corporis callosi. (Schema. 1 Pars frontalis; 2 Pars occipitalis; 3 Hemisphärenrinde; 4 und 5 Fissura longitudinalis cerebri.

Abgesehen von den genannten zarten Längsstreifen und dem Ventrikelependym besteht der Balken wesentlich nur aus Querfasern, welche in die Hemisphärenwand eindringen und dort zur Balkenstrahlung werden. Medianschnitte zeigen, daß diese Querfasern zu frontal gestellten Blättern von 1 mm Dicke vereinigt sind. Am Genu und am Splenium neigen sich die zugehörigen Blätter radienartig.

b) Die Balkenstrahlung, Radiatio corporis callosi, besteht aus einem mittleren, dem Balkenstamme angehörigen, aus einem vorderen, dem Balkenknie, und aus einem hinteren, dem Balkenwulste angehörigen Teil. Die Strahlung des Balkenkörpers versorgt den hinteren Teil der Stirnlappen, Pars frontalis, und den gesamten Scheitellappen, Pars parietalis. Das Balkenknie versorgt den größeren vorderen Teil des Stirnhirnes.

Der hintere Teil des Balkenkörpers und der Balkenwulst sind für den Hinterhaupt- und Schläfenlappen, Pars temporalis, Pars occipitalis, bestimmt, der an das Splenium grenzende Teil des Balkenkörpers sendet seine Fasermassen in einem lateral konvexen Bogen lateral- und ventralwärts und verläuft in der dorsalen Wand des Hinter- und Unterhornes als eine ausgedehnte, ependymbekleidete Platte, welche Tapetum genannt wird (Fig. 146, *tap.*)[1]. Die Tapete enthält die Fasern für den Schläfen- und den unteren Teil des Hinterhauptlappens.

[1]) Nach Onufrowitsch-Kaufmann gehört die unmittelbar über dem Dache des Unter- und Hinterhornes liegende Faserausbreitung nicht dem Balken an, da sie auch bei Balkenmangel vorhanden ist. Sie gehört vielmehr der kaudalen Ausbreitung des Fasciculus subcallosus an. Siehe S. 140, Fasciculus subcallosus.

Die Fasern des Splenium selbst ziehen besonders zu den hinteren und dorsalen Teilen des Hinterhauptlappens; zu dem hinteren Teil laufen die ventralwärts umgerollten Bündel des Splenium, die eben den hintersten Teil des Balkens darstellen.

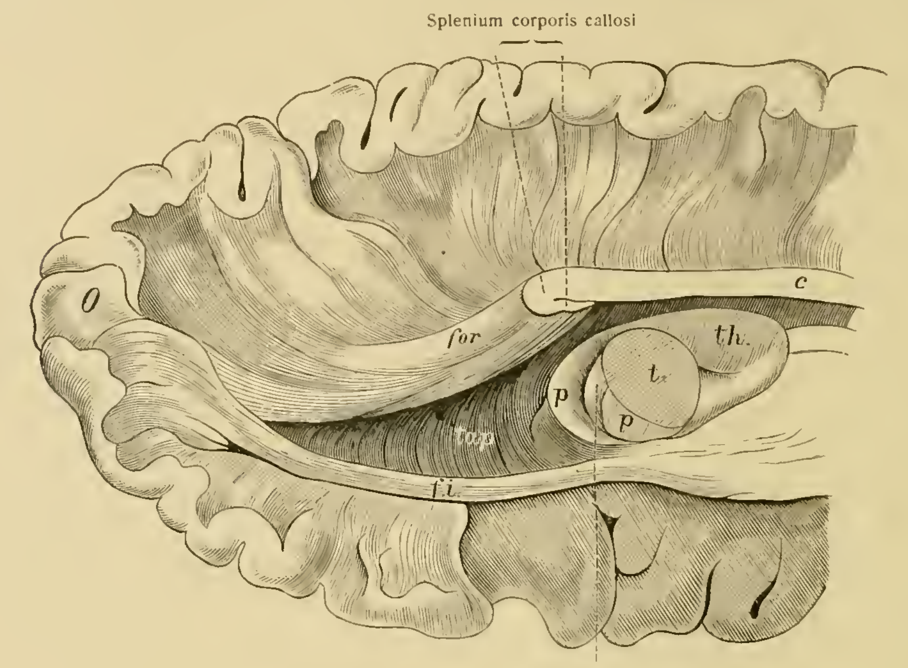


Fig. 146.

Hinterer Teil der Balkenstrahlung der linken Hemisphäre, von der medialen Seite gesehen. (Abfaserungspräparat.) *c* Durchschnitt des Balkenkörpers; *for* Pars occipitalis der Radiatio corporis callosi; *tap* die Tapetum-Strahlung; *th* mediale Wand des Thalamus; *t.p.* Durchschnitt des Hirnschenkels; *p* Pulvinar thalami; *f.i.* Fasciculus longitudinalis inferior; *O* Spitze des Hinterhauptlappens.

b) Die vordere Kommissur, Commissura anterior (cerebri).

Sie bildet eine Ergänzung des Balkens, liegt in der vorderen Wand des III. Ventrikels und wird als kurzer weißer Querbalken zwischen den beiden Columnae fornicis sichtbar, wenn letztere nach Eröffnung des dritten Ventrikels (von oben her) auseinandergedrängt werden. (Fig. 102, 123, 127.) Auf dem Medianschnitt des Gehirns hat sie elliptischen Querschnitt (5 : 4 mm). (Fig. 97.) Der mittlere Teil setzt sich in einem leicht vorwärts konvexen Bogen, welcher der Bahn des hinter ihm liegenden Tractus opticus nahezu parallel läuft, seitlich fort. Fig. 147.

Innerhalb der Substantia perforata anterior und an der Basis des Linsenkerns, welcher von ihr eine Furche erhält, bogenförmig lateralwärts, rückwärts, abwärts dahinziehend, verbindet die Commissura anterior Teile der Rinde, die vom Balken unberücksichtigt geblieben sind, nämlich einen beträchtlichen Teil des Schläfenlappens, das basale Gebiet des Hinterhauptlappens und den Riechlappen. Der letztere, bei dem Menschen kleine, bei vielen Tieren starke Anteil der vorderen Kommissur verbindet die Wurzelgebiete der Tractus olfactorii miteinander. Man unterscheidet daher eine Pars anterior und eine Pars posterior der vorderen Kommissur. Fig. 148.

Ob die Fasern der Pars olfactoria sich kreuzen und ein Riechchiasma darstellen (Meynert), ist zweifelhaft. Nach Exstirpation des Bulbus olfactorius einer Seite beim Kaninchen atrophiert der Riechteil der Kommissur im ganzen, nicht partiell, wie es bei einer Kreuzung vorausgesetzt werden müßte (Ganser).

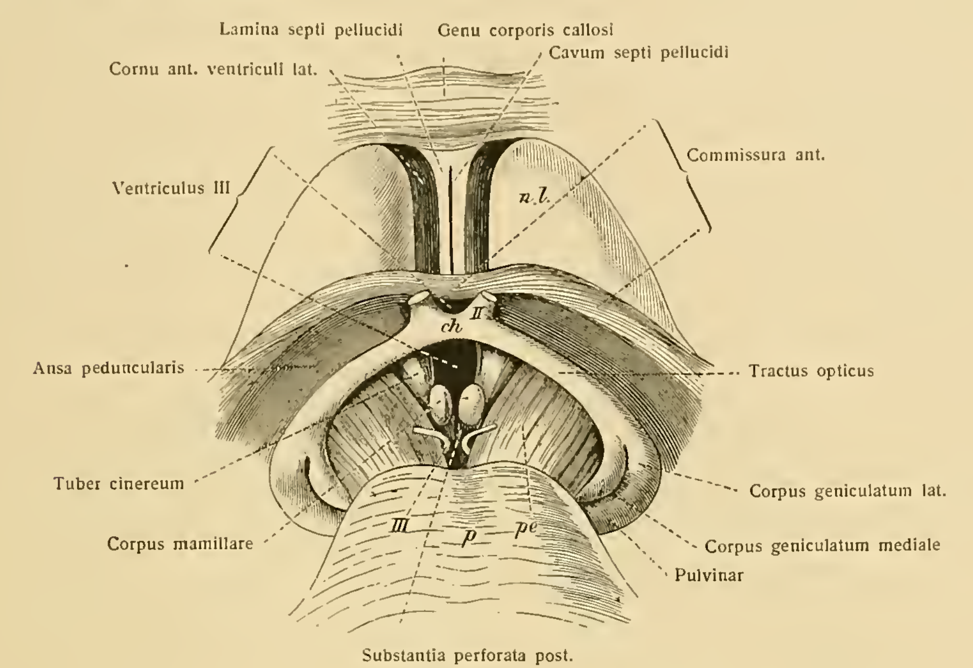


Fig. 147.

Vordere Kommissur von der Hirnbasis aus in ihrem Verlauf dargestellt.
Entfernt sind die basale Balkenfaserung (Rostrum corporis callosi), ferner die Substantia perforata anterior und ihre Nachbarschaft sowie der Boden des dritten Ventrikels.
nl Nucleus lentiformis; *II* N. opticus; *ch* Chiasma opticum; *III* N. oculomotorius; *pe* Pedunculus; *p* Pons.

Die vorderen Fasern des Mittelstückes der Kommissur gelangen in ihrem weiteren Verlauf über die obere Fläche der Seitenteile zum hinteren Rand; die hinteren über die untere Fläche zum oberen Rand der Kommissur; die Fasern erfahren hiernach eine spiralige Drehung.

c) Commissura hippocampi.

Sie besteht aus Fasern, welche die beiden Hippocampi miteinander verbinden, und bildet eine dünne, dreiseitige Platte, welche zwischen den Crura fornicis an der Unterfläche des Balkens dicht vor dem Splenium gelegen ist (siehe S. 141).

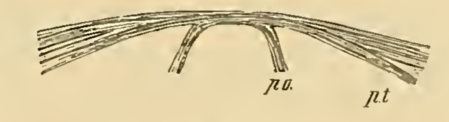


Fig. 148.

Schema der vorderen Kommissur.
p.t. Pars posterior; *p.o.* Pars anterior.

3. *Hirnschenkelsystem* (Projektionssysteme).

Das Hirnschenkelsystem im allgemeinsten Sinne sind teils corticofugal, teils corticopetal leitende Verbindungen, welche die grauen Massen beider Hemisphären mit kaudal liegenden Abteilungen des Gehirns (Nucl. caudatus, Thalamus, Hypothalamus, Corpora quadrigemina, Pons, Medulla oblongata) und mit dem Rückenmark verbinden. Sie enthalten auch einige Bahnen, welche nicht im eigentlichen Hirnschenkel enthalten sind; deshalb ist die Bezeichnung Projektionssysteme wohl vorzuziehen.

Die Fasermassen des Hirnschenkels treten an der ventralen Fläche des Thalamus gedeckt vom Nucleus caudatus in das Endhirn ein. Sie liegen zwischen den drei großen Kernen (Thalamus, Nucl. caudatus, Nucl. lentiformis) und werden als innere Kapsel, Capsula interna, bezeichnet. Sie strahlen durch diese in dorsolateraler Richtung in das Marklager des Centrum semiovale ein, welches sie bilden helfen. Diese Strahlung der Hirnschenkel zur ganzen Ausdehnung der Hirnrinde wird seit Reil der Stabkranz, Corona radiata, genannt (Fig. 149). Man unterscheidet an ihm eine Pars frontalis, parietalis, temporalis, occipitalis. Im unteren Teil der inneren Kapsel sind die Fasermassen der Hirnschenkel noch dicht gedrängt. Allmählich aber treten sie in zahlreiche sagittal abgeplattete Blätter auseinander, welche beim Aufsteigen sich deutlich sondern, ähnliche, frontal gestellte Blätter der Balkenstrahlung zwischen sich durchtreten

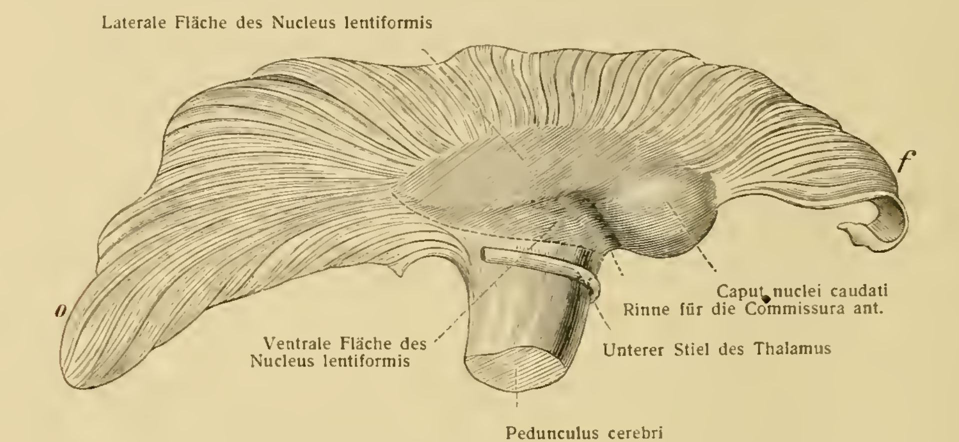


Fig. 149.

Stabkranzfaserung. (Faserungspräparat.) 1 : 1. Von *f* bis *o* Ausbreitung des Stabkranzes.

lassen und so ein außerordentlich zierliches Bild gewähren. Die Seitenansicht der Ausstrahlung zeigt die Kanten oder Schmalseiten der Blätter und läßt dieselben als Stäbe erscheinen, daher der Name Stabkranz. In der Mitte des Stabkranzes stehen die Blätter vertikal; in der Richtung nach vorn und hinten aber gehen sie in zunehmend geneigte Lagen über, so daß sie schließlich fast horizontal liegen.

Der Austritt der Fasermassen der inneren Kapsel erfolgt in der ganzen Länge der lateralen Kante des Schweifkerns. Entsprechend der Bogenform des letzteren ist die Ausgangslinie der Ausstrahlung, der Fuß des Stabkranzes, ebenfalls bogenförmig gekrümmt. Die Ausstrahlung im Gebiet des Stirnlappens erfolgt nach vorn und oben, im Gebiet des Scheitellappens nach oben, für den Hinterhauptlappen nach hinten, für den Schläfenlappen nach hinten und unten.

An der inneren Kapsel unterscheidet man eine Pars frontalis capsulae internae und eine Pars occipitalis capsulae internae. Erstere liegt zwischen dem Caput nuclei caudati und dem Nucleus lentiformis, letztere zwischen Thalamus und Nucleus lentiformis. Beide stoßen in stumpfem Winkel, Genu capsulae internae, zusammen, welches dem vorderen Ende der Stria terminalis entspricht. Fig. 131, 132.

Die im Stabkranz verlaufenden Projektionsfasern werden ihrer Länge nach unterschieden als kurze und als lange Bahnen. Erstere sind Verbindungen zwischen der Endhirnrinde und den grauen Kernen von Endhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, letztere ziehen zum Hinterhirn, Nachhirn, Rückenmark und bilden das eigentliche Hirnschenkelsystem.

A. Kurze Projektionsbahnen.

Es sind Faserbahnen von der Endhirnrinde zum Thalamus, Corpus striatum, Corpora geniculata, Nucleus ruber.

1. Die Thalamusstrahlungen (Stabkranz des Thalamus) sind Faserzüge zwischen verschiedenen Teilen der Endhirnrinde und dem Thalamus. Man unterscheidet vier Teile oder Thalamusstiele: Der vordere Thalamusstiel zwischen Stirnhirn und vorderem Ende des Thalamus, der obere Thalamusstiel zwischen den Gyri centrales sowie den angrenzenden Teilen des Stirn- und Scheitellappens und dem medialen sowie lateralen Kern des Thalamus, der hintere Thalamusstiel zwischen dem Occipitallappen und dem Pulvinar, der untere Thalamusstiel zwischen Temporallappen und dem ventralen Teil des Thalamus.

2. Die Gratiolet'sche Sehstrahlung ist die Verbindung zwischen der Hirnrinde aus der Umgebung der Fissura calcarina (Sehzentrum) mit dem lateralen Kniehöcker, dem Pulvinar und dem oberen Vierhügel.

3. Die Hörstrahlung verbindet die Rinde der oberen Schläfenwindung mit dem medialen Kniehöcker und dem unteren Vierhügel.

4. Die Strahlungen des roten Kerns stammen von der Rinde des Operculum und des Stirnlappens.

5. Die Strahlungen des Corpus striatum sind:

a) Fasern von der Rinde des Stirn- und Scheitellappens (Meynert).

b) Verbindungen zwischen Putamen und Schweifkern.

c) Verbindungen zwischen Linsenkern und Thalamus, die Linsenkernschlinge, Ansa lenticularis, bestehend aus Fasern von allen Gliedern des Linsenkerns, welche an dessen Basis eine dichte Schicht bilden und medianwärts zum Thalamus ziehen.

B. Lange Projektionsbahnen.

Sie ziehen ohne Unterbrechung von ihrem Ursprungsort, der Endhirnrinde, durch die innere Kapsel und den Hirnschenkelfuß zu den Endstätten in Brücke, Medulla oblongata, Rückenmark.

1. Die Pyramidenbahn, Tractus cerebrospinalis, beginnt in der Rinde der vorderen Zentralwindung, des Lobulus paracentralis, sowie der angrenzenden Teile der oberen Stirnwindung, zieht durch die Gegend des Knies und des hinteren Schenkels der inneren Kapsel, bildet das zweite bis vierte Fünftel des Hirnschenkelfußes und endigt in den motorischen Kernen des Mittelhirns, Hinterhirns, Nachhirns und des Rückenmarkes.

2. Die frontale Brückenbahn, Tractus frontopontinus, entspringt in der Rinde der oberen und der mittleren Stirnwindung, zieht durch die Gegend des Knies und des vorderen Schenkels der inneren Kapsel, nimmt im Hirnschenkelfuß das mediale Fünftel ein und endigt in ventralen Brückenkernen.

3. Die temporale Brückenbahn, Tractus temporopontinus, entspringt nach Flechsig aus der Rinde der oberen Schläfenwindung, zieht durch die Gegend des hinteren Schenkels der inneren Kapsel, nimmt das laterale Fünftel des Hirnschenkelfußes ein und endigt in dorsalen Brückenkernen.

6. Die Wurzeln der Hirnnerven.

Hirnnerven werden jene Faserstränge genannt, welche in symmetrischer Reihenfolge im Gehirn oder außerhalb des Gehirns in besonderen Ganglien entspringen, an bestimmten Stellen die Gehirnoberfläche erreichen und zu einem weitausgedehnten, vom Kopf bis zu den Bauchorganen sich erstreckenden peripheren Gebiet verlaufen, um letzteres mit dem Gehirn in funktionelle Beziehungen zu setzen.

Wie an allen peripheren Nerven, so ist auch an den Hirnnerven eine innere und eine äußere Bahn zu unterscheiden. Nicht die innere, intracerebrale Bahn, mit welcher sie einen gewissen Teil der weißen Substanz des Gehirns ausmachen, ist für jetzt zu untersuchen, auch nicht die periphere Ausbreitung, sondern nur Zahl, Reihenfolge, Austritt an der Oberfläche des Gehirns.

Seit Sömmering zählt man in Deutschland und Frankreich allgemein zwölf Hirnnervenpaare, nicht sowohl aus wissenschaftlichen Gründen, als aus Gründen des Herkommens; dasselbe gilt für England, wo man früher nach der Einteilung von Willis nur neun Hirnnerven aufzählte; Olfactorius und Opticus werden in der heute gebräuchlichen Einteilung als die beiden ersten Hirnnerven gerechnet.

In neuerer Zeit ist noch ein dreizehnter Hirnnerv dazu gekommen, der N. terminalis, welcher neben dem N. olfactorius in das Gehirn eintritt.

Die Hirnnervenzählung gehört zu den schwierigen Problemen; die sichere wissenschaftliche Durchführung des Unternehmens ist zurzeit nicht einmal möglich, obwohl schon eine umfangreiche Grundlage vorliegt; aber sie setzt nichts weniger voraus, als die gesamte vergleichende Anatomie und die gesamte vergleichende Entwicklungsgeschichte, insbesondere des Kopfes, wie an späterer Stelle erhellen wird.

Fürs erste ist es also geraten, mit Sömmering folgende Hirnnerven zu zählen: 1. N. olfactorius (und N. terminalis), 2. N. opticus, 3. N. oculomotorius, 4. N. trochlearis (patheticus), 5. N. trigeminus, 6. N. abducens, 7. N. facialis, 8. N. acusticus, 9. N. glossopharyngeus, 10. N. vagus (pneumogastricus), 11. N. accessorius (recurrens), 12. N. hypoglossus.

Drei von diesen Nerven sind spezifische Sinnesnerven (I, II u. VIII) für Geruch, Sehen und Hören; sechs sind beim Erwachsenen motorischer Natur (III, IV, VI, VII, XI u. XII); drei sind gemischte Nerven (V, IX u. X); der IX. ist mit dem größeren Teil seiner Fasermasse wiederum spezifischer Sinnesnerv für den Geschmack.

Über die Funktion des N. terminalis ist noch nichts Sicheres bekannt.

Austrittsstellen der Hirnnerven aus dem Gehirn[1]). Fig. 96, 150.

Der N. olfactorius (I) wird jederseits durch die Summe der Fila olfactoria dargestellt, welche am Bulbus olfactorius die Gehirnoberfläche verlassen.

Der N. terminalis tritt kaudal vom Bulbus olfactorius aus.

Dieser Nerv ist zuerst von G. Fritsch (Unters. über d. feineren Bau d. Fischgehirns, Berlin 1878) gefunden und als „überzähliger Nerv" bezeichnet worden. Sein jetziger Name stammt von Locy (Anat. Anz., Bd. 26). Er ist wahrscheinlich ein receptorischer Nerv, denn er entwickelt ein Ganglion mit bipolaren Ganglienzellen. Seine periphere Ausbreitung befindet sich innerhalb der Nasenhöhle. J. B. Johnston, Nervus terminalis etc. Journ. comp. Neurol. 1913. — Derselbe, The nervus terminalis in man and mammals. Anat. Record. 1914. — C. Brookover, The nervus terminalis in adult man. Journ. comp. Neurol. 1914.

Der N. opticus (II) geht in lateralwärts und vorwärts gerichteter Bahn aus dem Chiasma opticum hervor.

---

[1]) Über den Ursprung der Hirnnerven s. unten: Feinerer Bau des Gehirns.

Der Oculomotorius (III) verläßt das Mittelhirn mit 9—12 Bündeln an der ventralen Fläche des Hirnschenkels, im Sulcus nervi oculomotorii, an der Grenze zwischen Fuß und Haube des Hirnschenkels. Fig. 97.

Der Trochlearis (IV) gelangt mit zwei oder mehreren Fäden, die sogleich zusammentreten, als einziger der Hirnnerven an der dorsalen Oberfläche des

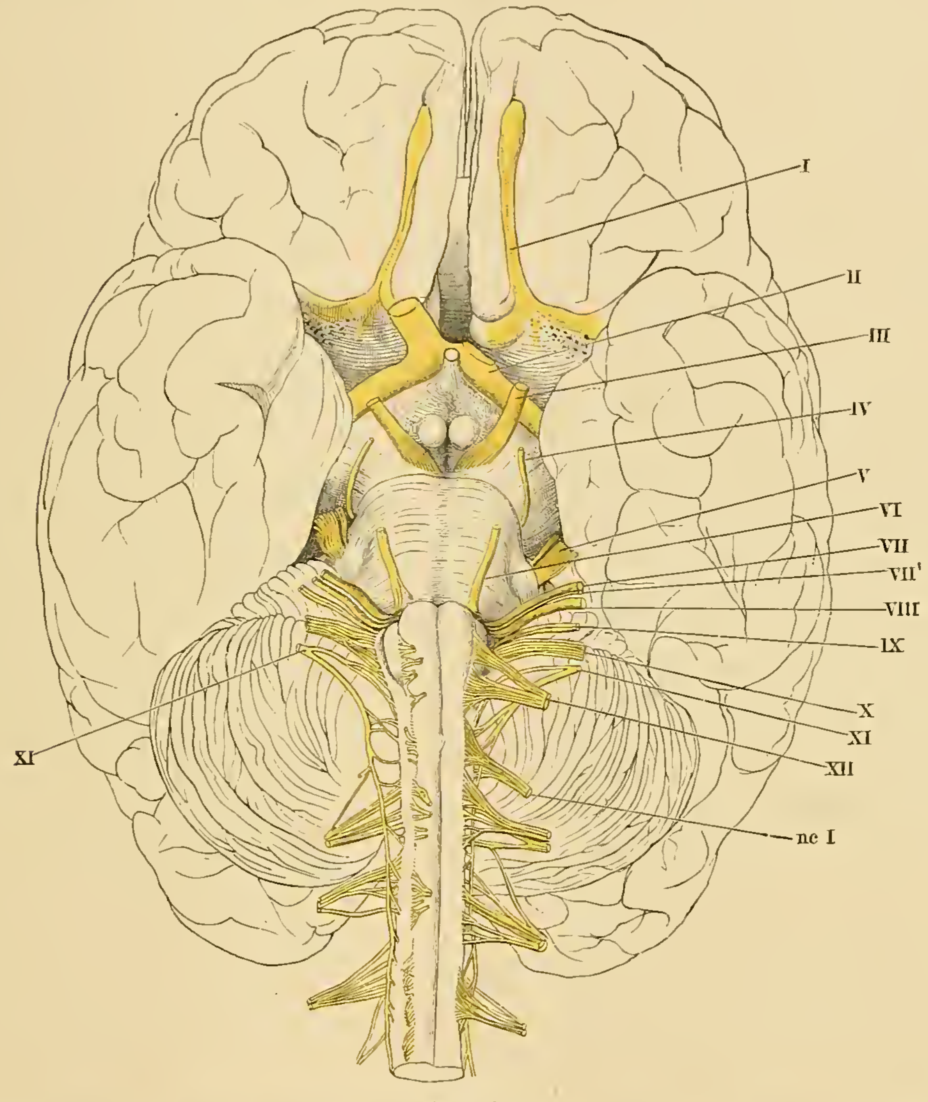


Fig. 150.

Hirnnerven, Gehirn mit dem angrenzenden Teil des Rückenmarkes, von der ventralen (basalen) Fläche. Rechts sind die vorderen Wurzeln kurz abgeschnitten und medianwärts umgeschlagen. (Nach Rüdinger und Henle.) *I* Olfactorius; *II* Opticus; *III* Oculomotorius; *IV* Trochlearis; *V* Trigeminus; *VI* Abducens; *VII* Facialis; *VII'* (N. intermedius); *VIII* Acusticus; *IX* Glossopharyngeus; *X* Vagus; *XI* Accessorius; *XII* Hypoglossus; *nc I* N. cervicalis *I*.

Gehirns heraus, und zwar am Seitenrande des vorderen Marksegels, lateral vom Frenulum veli medullaris anterioris, dicht hinter der Vierhügelplatte, Fig. 114, 130.

Er verläuft zuerst seitwärts, dann ventralwärts um den vorderen Kleinhirnstiel und den Großhirnschenkel und kommt nunmehr an der Gehirnbasis zum Vorschein, um weiterhin unter der

ventralen Fläche des Hirnschenkels vorwärts zu ziehen. Obwohl sein Austritt so eigentümlich ist, liegt sein Ursprungskern ganz regelmäßig ventral vom Aquaeductus cerebri.

Der Trigeminus (V) kommt mit etwa 50 sensiblen Wurzelbündeln an der Grenze zwischen Brücke und Brückenarm, d. i. in der Trigeminus-Facialislinie zur Oberfläche, und zwar an der Grenze des vorderen und mittleren Drittels dieser Längslinie; die Austrittsstelle ist also vom kaudalen Rande des Brückenarmes etwa doppelt so weit entfernt als vom rostralen. Die motorische Portion tritt neben oder vor der sensiblen aus und legt sich darauf naturgemäß an die mediale Fläche der sensiblen, wie der Facialis an den Acusticus, wie die motorischen Wurzeln der Spinalnerven an die sensiblen.

Der Abducens (VI) tritt zur Oberfläche medial vom Facialis in der lateralen Querfurche, welche die Brücke von der Pyramide trennt.

Der Facialis (VII) verläßt das Hinterhirn am kaudalen Rande der Brücke, an der Grenze der letzteren gegen den Brückenarm, d. i. am hinteren Ende der Trigeminus-Facialislinie, in der Furche zwischen dem Brückenarm und der Olive, medial vom Acusticus.

Er wird alsbald in eine mediale Rinne des Acusticus aufgenommen.

Der Acusticus (VIII) tritt mit der Hauptmasse seiner Fasern hinter der Brücke, lateral vom Facialis, aus dem Corpus restiforme hervor, zur Seite der Furche, welche letzteren Strang vom Seitenstrang der Oblongata trennt.

Mit der unteren Fläche dieses Bündels verschmelzen andere, welche am dorsolateralen Rande der Oblongata austreten, scheinbar aus den Striae medullares hervorgehen, sich um die Seitenfläche des Corpus restiforme lateralwärts krümmen und dabei mit diesem Strang und mit dem Flockenstiel durch Bindegewebe oft fest verbunden sind.

Der Glossopharyngeus (IX) verläßt die Oblongata ebenfalls im Sulcus lateralis posterior, und zwar am rostralen Ende desselben.

Aus 5—6 Wurzelbündeln entwickeln sich zuerst zwei Stämmchen. Die am meisten rostrale Wurzel tritt hinter und zwischen den Wurzelbündeln des Facialis und Acusticus zur Oberfläche. Die Wurzelbündel des Vagus und Glossopharyngeus schließen sich so unmittelbar aneinander, daß sie nur von den Stämmen aus gesondert werden können.

Der Vagus (X) tritt aus der Oblongata mit 10—15 Bündeln aus dem Sulcus lateralis posterior hervor.

Der Accessorius (XI) besteht aus einem cerebralen und einem spinalen Teil, d. i. aus dem Accessorius vagi und dem Accessorius spinalis.

Der letztere setzt sich aus 6—7 Wurzelbündeln zusammen, welche in weiten Abständen aus dem Halsmark austreten, so daß der letzte Wurzelfaden in der Höhe des VI. Halsnerven zur Oberfläche gelangt. Nach und nach laufen sie zu einem Stämmchen zusammen. Schon im Beginn treten die Bündel hinter dem Ligamentum denticulatum aus. Bis zum I. Halsnerven rücken die Austrittsstellen der Wurzelbündel immer näher zu den hinteren Spinalnervenwurzeln heran und fallen am I. Halsnerven so mit der hinteren Wurzel zusammen, daß ein Bündel sich auf beide verteilen kann. Der cerebrale Teil des Accessorius, Accessorius vagi, verläßt die Oblongata mit 4—5 Bündeln, im kaudalen Anschluß an die Vaguswurzeln, im Sulcus lateralis posterior.

Der Hypoglossus (XII) verläßt die Medulla oblongata mit 10—15 Wurzelfäden, welche in einer Längsreihe aus dem Sulcus lateralis anterior der Oblongata hervortreten und sich zu zwei Bündeln vereinigen. Fig. 96, 150.

7. Die Hüllen des Gehirnes, Meninges.

A. Die harte Hirnhaut, Dura mater encephali. Fig. 151.

Die harte Hirnhaut ist zugleich äußere Gehirnhülle und inneres Periost der Schädelknochen (Endocranium).

Bei Kindern der Innenfläche des Schädels fester anhaftend, steht sie beim Erwachsenen an vielen Stellen nur in lockerer Verbindung mit ihm. Im Bereich der Schädelnähte und insbesondere am Körper des Keilbeins und Hinterhauptbeins ist jedoch auch beim Erwachsenen die Verbindung eine innige. Die äußere Oberfläche ist wegen der Verbindungsfäden rauh, die Innenfläche glatt und glänzend. Letztere ist vollständig, erstere nur zwischen den Verbindungsfäden von Endothel bekleidet.

Die innere glatte Oberfläche der Dura steht mit den übrigen Hirnhäuten in Verbindung:

1. durch die verschiedenen Hirnvenen, welche zu den Sinus venosi der Dura gelangen;
2. durch die sogenannten Arachnoidalzotten oder Pacchionischen Granulationen.

Eine Spaltung der Dura in zwei Blätter tritt an vielen Orten zutage:

1. im Bereich der Sinus venosi;
2. im Bereich des Cavum ganglii semilunaris, welches auf der oberen Fläche des Felsenbeins liegt;
3. im Bereich des Saccus endolymphaticus des häutigen Labyrinths, an der hinteren Fläche des Felsenbeins.

Fortsätze der Dura:

a) äußere: Die Durascheiden der Hirnnerven. Wie die Dura spinalis an die Spinalnerven, so gibt die Dura cerebri an die Hirnnerven starke Scheiden ab.

b) innere: Durch die inneren Fortsätze wird das Cavum cranii unvollständig in einige den Hauptteilen des Gehirns entsprechende Kammern zerlegt. Solcher Fortsätze sind zwei sagittale und zwei transversale vorhanden. Die sagittalen werden Hirnsicheln, Falx cerebri und Falx cerebelli, genannt, die queren Fortsätze sind das Kleinhirnzelt, Tentorium cerebelli, und das Hypophysendach, Diaphragma sellae. Das Tentorium bildet keinen vollständigen Abschluß des von ihm bedeckten unteren Raumes gegen den oberen Schädelraum; beide Räume stehen vielmehr miteinander in Verbindung. Die vordere Begrenzung dieser Pforte wird durch die Sattellehne, die seitlich-hintere durch einen tiefen Ausschnitt des vorderen Randes des Tentorium gebildet, durch die Incisura tentorii. Die beiden Sicheln und das Zelt stoßen an der Protuberantia occipitalis interna unter Bildung einer Kreuzfigur zusammen.

1. Kleinhirnzelt, Tentorium cerebelli. Fig. 151.

Es bildet eine straffgespannte, dorsal gewölbte quere Scheidewand zwischen der basalen Fläche der Hinterhauptlappen des Endhirns und der dorsalen Fläche des Kleinhirns. Durch die Incisura tentorii wird die Form des Zeltes halbmondförmig, mit hinterer Konvexität, vorderer Konkavität. Man unterscheidet am Zelte eine dorsale oder cerebrale und eine ventrale oder cerebellare Fläche; einen vorderen freien konkaven und einen hinteren befestigten konvexen Rand. Der letztere inseriert 1. an den Sulci transversi des Occipitale und Parietale, in deren Bereich er den Sinus transversus einschließt; 2. an der oberen Kante des Felsenbeins, wo er den Sinus petrosus superior einschließt.

An der Spitze des Felsenbeins trifft der äußere mit dem inneren Rand zusammen. Eine von der Felsenbeinspitze zum Processus clinoideus anterior gespannte Fortsetzung dieses Randes wird Plica petroclinoidea lateralis genannt; die von der Felsenbeinspitze zum Processus clinoideus posterior gespannte Fortsetzung heißt Plica petroclinoidea medialis (s. unten, Hirnnerven).

An der Vereinigungsstelle des Tentorium mit der Falx cerebri befindet sich der Sinus rectus, welcher hinten im sogenannten Confluens sinuum mündet, während er vorn durch eine dreieckige Lücke, Foramen tentorii, die V. cerebri magna (Galeni) aufnimmt.

2. *Großhirnsichel, Falx cerebri.* Fig. 151.

Die Großhirnsichel erstreckt sich von der Crista galli bis zur Protuberantia occipitalis interna, ist median gestellt und dringt zwischen beiden Hemisphären des Endhirns, entsprechend der Fissura longitudinalis cerebri, fast 3 cm tief ein, so daß sie vom Balken nur noch 2 mm entfernt bleibt. Der Fortsatz ist sichelförmig, hat zwei sagittal stehende Flächen, welche den medialen Rändern der Hemisphären zugewendet sind, sowie einen konvexen äußeren (oberen) befestigten, und einen konkaven inneren (unteren) freien Rand.

Der konvexe Rand haftet an der Crista frontalis und an den Seitenrändern des Sulcus sagittalis des Schädeldaches bis zur Protuberantia occipitalis interna. Der zwischen der äußeren und inneren Duralamelle eingeschlossene Raum, Sinus sagittalis superior, hat dreieckigen Querschnitt und ist von Endothel ausgekleidet. Der konkave Rand ist stärker gekrümmt und viel kürzer, da er vorn weiter nach hinten entspringt und hinten weiter nach vorn, d. i. am hinteren Winkel der Incisura tentorii, endet. Er schließt den schwachen Sinus sagittalis inferior ein. Derjenige Rand endlich, mit welchem die Sichel entlang dem Sinus rectus in das Tentorium übergeht, stellt den Zeltrand, der gegenüberliegende, welcher am Hahnenkamm befestigt ist, den Kammrand der Sichel dar.

3. *Kleinhirnsichel, Falx cerebelli.*

Die Kleinhirnsichel macht sich als eine sagittale kleine Fortsetzung der Großhirnsichel im hinteren unteren Teile des Schädelgewölbes geltend. Sie besitzt eine Basis, welche die kleine Sichel mit dem Zelte verbindet, einen konvexen äußeren (hinteren) und einen konkaven inneren (vorderen) Rand. Der konvexe Rand befestigt sich, den Sinus occipitalis bergend, an der Crista occipitalis interna. Entsprechend den beiden terminalen Schenkeln der letzteren läuft auch die kleine Sichel in zwei niedrige auseinanderweichende Falten aus, welche seitliche Fortsetzungen des Sinus occipitalis einschließen können.

4. *Diaphragma sellae.*

Das die freie (innere) Wand des Sinus cavernosus bildende Durablatt brückt sich quer über den Türkensattel hinweg zu dem entgegenkommenden der andern Seite und läßt nur eine kleine mittlere Pforte frei, das Foramen diaphragmatis (sellae) für den Durchtritt des Infundibulum. Zwischen dem basalen und dorsalen Durablatt der Sella liegt die Hypophysis cerebri eingeschlossen.

Feinerer Bau. Der feinere Bau der Dura cerebri stimmt mit demjenigen der Dura spinalis im wesentlichen überein. Sie besteht vor allem aus dicht verflochtenen Bindegewebsbündeln. Der äußere Teil der Dura zeigt eine andere Faserung als der innere, cerebrale (Key, Retzius und Michel). Die Hauptrichtung in der inneren Lage geht von vorn-medial nach hinten-lateral; in der äußeren Lage von vorn-lateral nach hinten-medial. Dazu kommen pinselförmige Ausstrahlungen in querer Richtung, die dem Ursprung der Sichel entsprechen. Infolge der Wucherung der Arachnoidalzotten kann die Dura stellenweise so verdünnt sein, daß sie siebförmig durchbrochen erscheint. An der Sichel strahlen die Fasern vom vorderen Ende der Basis radienartig zum konvexen Rande aus; am Tentorium ziehen sie von derselben Stelle aus lateralwärts.

Die Dura cerebri erhält arterielle Blutgefäße von verschiedenen Seiten; insbesondere sind die Aa. meningeae mediae, meningeae anteriores, sowie die A. meningea posterior aus der A. pharyngea ascendens und die Rr. meningei der Aa. occipitales und vertebrales zu nennen. Sie verlaufen im äußeren Blatt, sind nur durch wenig Bindegewebe vom Knochen getrennt und hinterlassen, wie aus der Knochenlehre bekannt ist, zum Teil bestimmte Furchen an den Knochen. Sie werden in der Regel von zwei Venen begleitet.

Von Lymphgefäßen ist in der Dura ein Saftbahnsystem enthalten. Zwischen den verflochtenen Bindegewebsbündeln bleiben nämlich feine kapillare Spalten frei, die wenigstens auf einer Seite von flachen Endothelzellen begrenzt

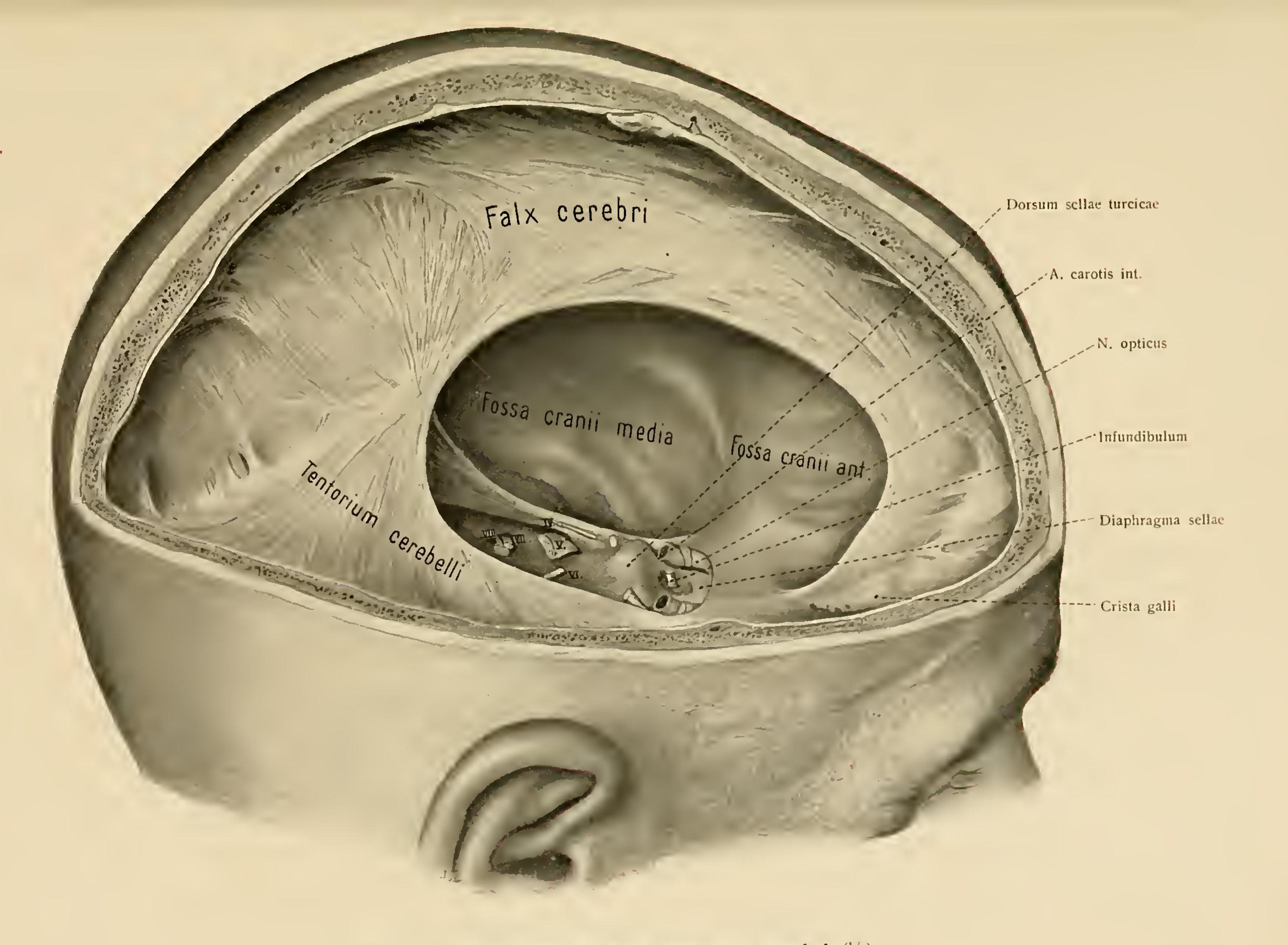


Fig. 151. Tentorium cerebelli und Falx cerebri (1/1).
Die rechte Hälfte des Schädeldaches ist fast vollständig entfernt.

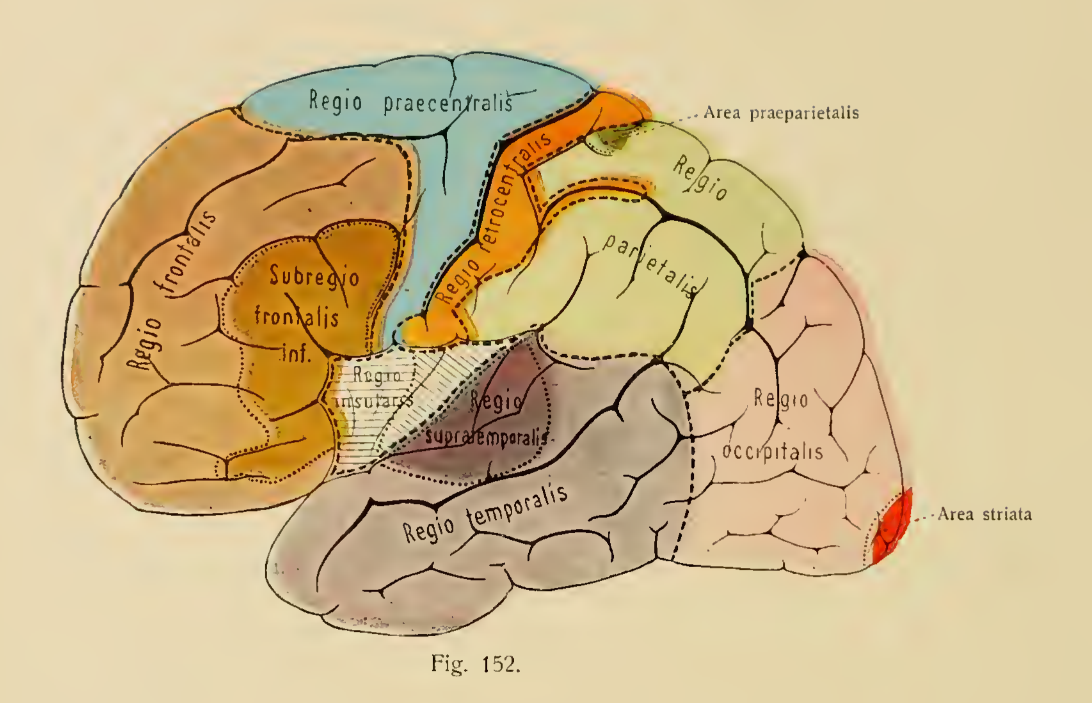


Fig. 152.

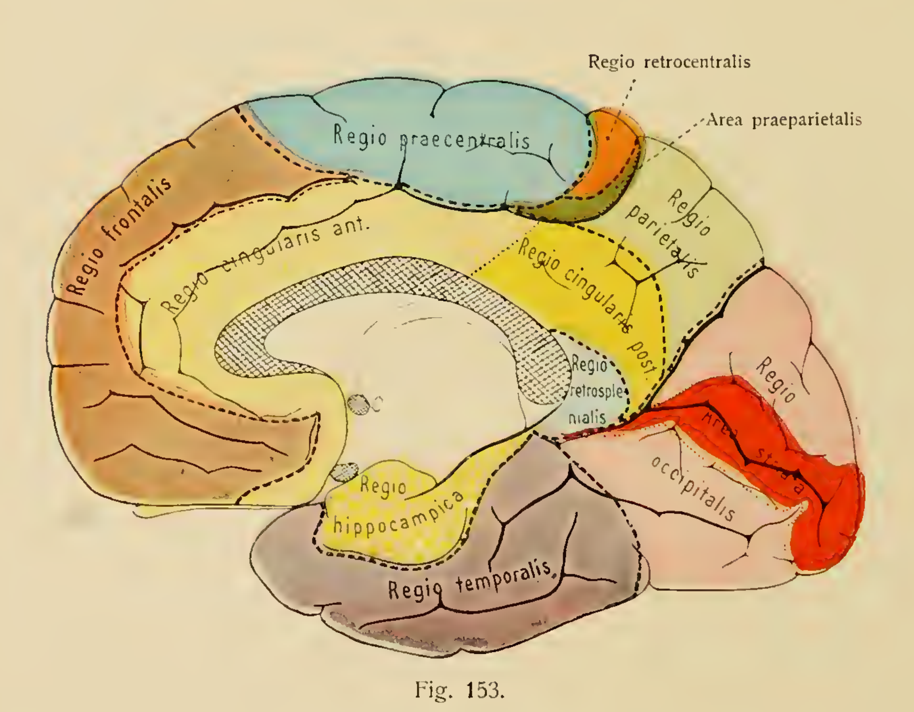


Fig. 153.

Fig. 152, 153. Die Hauptregionen der Endhirnrinde des Menschen (nach Brodmann).

sind. Durch Einstich in das Gewebe der Dura kann dieses Saftbahnsystem injiziert werden, wobei die Masse an der cerebralen Fläche der Dura (in den Subduralraum) leicht ausfließt (Michel).

Die Nerven der Dura bestehen aus feinen Zweigen des Trigeminus, Vagus, Hypoglossus und Sympathicus. Es sind vasomotorische und eigene Nerven der Dura vorhanden (Rüdinger, Alexander). In neuerer Zeit gelangten Acquisto, V., und E. Pusateri (Über Nervenendigungen in der Dura mater 1896) zu folgenden Ergebnissen:

Außer Vasomotoren sind auch Nn. proprii vorhanden. Letztere bilden mit ihren feinen Verzweigungen ein reiches Netzwerk, aus welchem feine Endästchen hervorgehen, die mit einer knopfförmigen Anschwellung zwischen den Endothelzellen der inneren Fläche der Dura endigen.

Nose, S., Zur Struktur der Dura mater cerebri. Arbeiten Neurolog. Institut Wien, H. VIII, 1902. — Sterzi, G., Intorno alla divisione della dura madre dall' endocranio. Monitore zoolog. ital. XIII, 1902.

B. Arachnoidea encephali.

Die äußere, glatte, endothelbekleidete Fläche dieser zarten gefäßlosen Haut ist der Dura zugewendet und umschließt mit ihr den kapillaren Subduralraum. Die innere Fläche ist rauh und flockig durch die Gegenwart zahlreicher endothelbekleideter Bälkchen und Häutchen, welche die Arachnoidea mit der Pia verbinden und subarachnoidales Gewebe genannt werden. Durch dieses wird der zwischen beiden Häuten befindliche Raum in ein System zusammenhängender kleinerer und größerer Räume verwandelt, welche den Namen subarachnoidale Räume haben und den Liquor subarachnoidalis, einen Teil des Liquor encephalospinalis, enthalten.

Während im Gebiet des Rückenmarks die Arachnoidea durch einen weiten subarachnoidalen Raum von der Pia getrennt ist, verhält sich die Arachnoidea cerebri in dieser Hinsicht örtlich sehr verschieden. Über den Windungen der konvexen und planen Oberflächen des Endhirns sind die subarachnoidalen Bälkchen so kurz und straff, daß beide Häute als eine betrachtet werden können (Leptomeninx), die aus zwei festen Grenzplatten besteht und im Innern Bälkchen und Zwischenräume enthält. Über den Furchen ändert sich schon das Bild. Die Pia dringt in die Furchen ein, die Arachnoidea brückt sich darüber hinweg. So ist Raum für längere Bälkchen und Häutchen und größere Spalten. Im Gebiet der Hirnbasis und beim Übergang ins Rückenmark ist die Arachnoidea am freiesten, erhebt sich an bestimmten Stellen weit von der Pia und bildet große subarachnoidale Höhlen, Cisternae subarachnoidales.

Die größte dieser Cisternen, Cisterna cerebello-medullaris, ist eine Fortsetzung des hinteren Subarachnoidalraumes des Rückenmarks. Die Arachnoidea dringt nämlich nicht in den Raum zwischen dem Unterwurm und der Tela chorioidea des IV. Ventrikels hinein, sondern brückt sich von der ventralen Fläche des Kleinhirnes zur dorsalen Fläche der Oblongata hinüber. Auch der vordere Subarachnoidalraum des Rückenmarkes setzt sich hirnwärts fort. Er fließt mit dem hinteren Raume im Gebiete der Oblongata um so freier zusammen, als das Ligamentum denticulatum hier noch in Wegfall kommt. Die ganze Oblongata ist somit von einem weiten Subarachnoidalraum umgeben. An der ventralen Fläche der Brücke setzt sich dieser Raum in einen mittleren und zwei seit-

liche Räume fort, Cisternae pontis media und laterales, von welchen der mittlere die A. basilaris einschließt. Vom Vorderrande der Brücke springt die Arachnoidea zum Vorderrande des Chiasma opticum hinüber. In diesem großen Raum sind mehrere Unterabteilungen zu unterscheiden. Eine vom Infundibulum zu den Austrittsstellen der Nn. oculomotorii verlaufende unvollständige Scheidewand trennt einen vorderen, Cisterna chiasmatis, von einem hinteren Teil, Cisterna interpeduncularis. Vorn und dorsal vom Chiasma liegt die Cisterna laminae terminalis. Ihr folgt dorsal längs der konvexen Fläche des Balkens die Cisterna corporis callosi. Im Gebiet der Vallecula und der Fissura lateralis cerebri treffen wir auf die Cisterna fossae lateralis cerebri (Sylvii). Um die Hirnschenkel herum steigt zur dorsalen Fläche des Hirnstammes die Cisterna ambiens empor, welche auch die Vierhügel einschließt und sich auf den Balken fortsetzt. Um die Vena magna cerebri befindet sich die Cisterna venae magnae cerebri. Werden alle großen und kleinen subarachnoidalen Räume künstlich mit gefärbten Massen gefüllt, so wird die Hirnoberfläche mehr oder weniger vollständig von den umgebenden Massen verdeckt und wird in ihren Einzelheiten nicht mehr gesehen.

Die größeren Blutgefäße des Gehirnes verlaufen innerhalb der subarachnoidalen Räume. Die feineren Zweige dringen zur äußeren Oberfläche der Pia, sind an ihr befestigt und heißen nunmehr Piagefäße. Fig. 154.

Die Arachnoidea encephali besteht (mikroskopisch) aus einem mehr oder weniger dichten Flechtwerk von Bindegewebsbündeln, welche zu einer, an beiden Flächen endothelbelegten dünnen Haut ausgebreitet sind.

Granulationes arachnoidales (Pacchioni).

Besondere Gebilde der Arachnoidea sind eigentümliche, kolbige, gefäßlose Wucherungen; man nennt sie arachnoidale Zotten oder Pacchionische Granulationen. Sie ragen im ausgebildeten Zustande verschieden tief in das Duragewebe hinein, welches so verdünnt werden kann, daß die Zotten scheinbar frei der Knochenwand anliegen und in Lücken derselben sitzen. Eine dünne Schicht zwischenliegender Dura fehlt indessen nie. Besonders beliebte Stellen für das Einwuchern der Granulationen sind die Sinus venosi oder ihre nächsten Umgebungen. Denkt man sich an einem duralen Venenraum die Innenwand durch eine gewucherte Zotte in den Venenraum eingestülpt, so ist hiermit alles Wesentliche bereits gesagt und auch das Verhältnis der Lymphbahnen zu den Gebilden deutlich erkennbar. Der perigranuläre Lymphraum (Fig. 155) ist ein ausgestülpter Teil des subduralen Lymphraumes und steht mit diesem in offener Verbindung. Die Zotte ist aus einem Netzwerk subarachnoidaler Bälkchen zusammengesetzt und entbehrt der Blutgefäße; ihre Außenfläche hat eine Endothelbekleidung. Vom duralen Blutraum wird die Zotte getrennt durch den perigranulären Raum und das Innenblatt der Dura. Der Stiel der Zotten kann schmaler oder breiter sein. Sie finden sich vorzugsweise im Sinus sagittalis superior und in seiner Umgebung; sie fehlen aber auch im Gebiet des Sinus transversus nicht. Sie bedürfen ferner für ihr Zustandekommen nicht der Nähe einer Knochenwand; denn sie kommen auch am Sinus rectus vor. Nach den Untersuchungen von Key und Retzius wird durch die Zotten der Übertritt seröser Flüssigkeit aus den subarachnoidalen Räumen in die Venenräume der Dura erleichtert. Ihr Vorkommen bei Erwachsenen ist eine so

gewöhnliche Erscheinung, daß sie kaum mehr als anomale Gebilde bezeichnet werden können.

Ihre Bedeutung hat man auch in einer einfach mechanischen Aufgabe gesucht und sie als knopfartige Befestigungsmittel der Arachnoidea, Pia und Hirnoberfläche an die Dura und das Schädelgewölbe angesehen. — Bluntschli (Morph. Jahrb., Bd. 41, 1910) stellt in der aufsteigenden Primatenreihe eine Zunahme und höhere Differenzierung der arachnoidalen Wucherungen fest.

Wie die Dura, so sendet auch die Arachnoidea einen scheidenartigen Fortsatz, Arachnoidalscheide, zu den Nervenwurzeln. Dadurch wird es begreiflich, daß der Subduralraum und die Subarachnoidalräume des Gehirnes und Rückenmarkes mit den Lymphbahnen der Nerven, und durch diese mit anderen

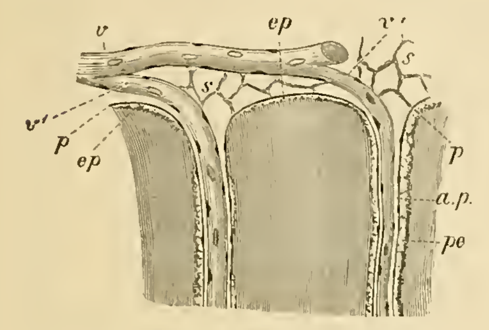


Fig. 154.

Fig. 154. **Durchschnitt durch die Hirnrinde mit eintretenden Blutgefäßen.** (Halbschematisch.) Mit Benutzung einer Figur von Key und Retzius entworfen.
v, *v'*, *v'* kapillare Gefäße; *v* noch innerhalb der Subarachnoidalräume; *s* subarachnoidale Bälkchen und Häutchen; *p* Intima pia, sich trichterförmig in die Adventitiascheide der in die Hirnsubstanz eindringenden Gefäße fortsetzend; *a.p.* adventitieller perivasculärer Raum; *pe* Hisscher perivasculärer Raum; *ep*, *ep* sogenannter epicerebraler Raum.

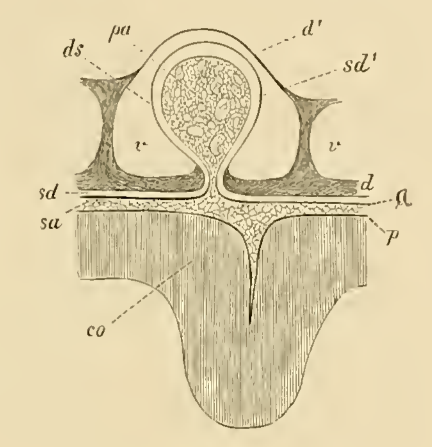


Fig. 155.

Fig. 155. **Schematische Darstellung einer Arachnoidalzotte und ihrer Hüllen.**
co graue Rinde der Endhirn-Hemisphäre; *p* Intima pia; *sa* Subarachnoidalraum mit den subarachnoidalen Bälkchen, sich in die Arachnoidalzotte *pa* kontinuierlich fortsetzend; *a* Arachnoidea; *sd* Subduralraum; *sd'* Subduralraum der Arachnoidalzotte, in der Umgebung des dünnen Stieles der letzteren mit *sd* kommunizierend; *d* inneres Blatt der Dura mater durch den Venenraum *v* vom äußeren Blatte *d'* getrennt; *ds* Durascheide der Arachnoidalzotte.

Lymphbahnen in Verbindung stehen. So können vom Subarachnoidalraum des Gehirnes aus z. B. die Lymphgefäße der Nasenschleimhaut, ein Raum um den Sehnerven, der perilymphatische Raum des Gehörlabyrinthes künstlich gefüllt werden.

Die subarachnoidalen Räume des Gehirnes und Rückenmarkes kommunizieren an drei Stellen mit dem Ventrikelsystem des Gehirnes:

1. durch die Apertura medialis ventriculi quarti (Foramen Magendii).

2. und 3. durch die paarige Apertura lateralis ventriculi quarti (Key-Retzii); siehe Pia.

C. Pia mater encephali. Fig. 154.

Innig der Gehirnoberfläche angeschmiegt, dringt die Pia in die Tiefe aller Furchen und Fissuren ein, nie jedoch in die Ventrikel des Gehirnes selbst, wie man es früher von den Plexus chorioidei annahm; auch bei ihnen bekleidet sie nur die Außenfläche der epithelial gebliebenen Wandteile des Gehirnes, die Laminae chorioideae epitheliales.

Die Pia cerebri besteht in größter Ausdehnung nur aus einer Intima pia (Seite 31), auf deren Außenseite die kleineren Blutgefäße fest angeheftet sind. Im Gebiete der Cisternae subarachnoidales liegen ähnliche Verhältnisse vor, wie am Rückenmark. Die Blutgefäße verhalten sich in ihrem weiteren Verlaufe, wie bereits S. 31 beschrieben ist, d. h. es kommen Piatrichter und adventitielle Scheiden vor. Die zwischen diesen Scheiden und der Gefäßwand vorhandenen Kanalräume hängen mit den subarachnoidalen Räumen unmittelbar zusammen.

Als besondere Gebilde der Pia cerebri und des Ventrikelepithels sind die Telae chorioideae und die Plexus chorioidei zu nennen.

Man unterscheidet zwei Telae chorioideae, Aderhautausbreitungen, eine obere und eine untere, welche den beiden queren Gehirnspalten (Seite 66) und deren Lage entsprechen. Die Tela chorioidea ventriculi tertii ist zwischen die ventrale Fläche des Balkens und des Gewölbes einerseits, und die dorsale Fläche des Zwischenhirnes andererseits nach vorn vorgeschoben. Die Tela chorioidea ventriculi quarti dagegen dringt zwischen der ventralen Fläche des Kleinhirns und der dorsalen Fläche der Medulla oblongata vor.

1. Tela chorioidea ventriculi tertii. Fig. 103, 127—129, 156, 157.

Sie hat die Form eines gleichschenkeligen Dreieckes mit vorderer, an die Columnae fornicis reichender Spitze und hinterer, dem Balkenwulst entsprechender Basis und besteht aus einem dorsalen und einem ventralen Blatte, welche durch subarachnoidales Gewebe miteinander verbunden werden. Seitlich schlägt sich das dorsale in das ventrale Blatt um. Der Umschlagrand ist durch den in den Seitenventrikel des Endhirnes vorspringenden Plexus chorioideus ventriculi lateralis ausgezeichnet, welcher sich vom Foramen interventriculare durch die Pars centralis ventriculi lat. bis zum Ende des Unterhornes erstreckt. An der Stelle des Trigonum collaterale, wo Hinterhorn, Unterhorn und Pars centralis zusammenstoßen und der Seitenventrikel weit ist, bildet der Plexus eine dickere Masse, das Glomus chorioideum. Die beiden Plexus laterales gehen vorn, in dem zwischen beiden Foramina interventricularia liegenden schmalen Raume, in den sie ventralwärts umbiegen, ineinander über und entsenden nach hinten die beiden schmalen, dicht nebeneinander gelagerten Plexus chorioidei ventriculi tertii, mittlere Adergeflechte, deren Verhältnisse aus den Fig. 128, 129, 157 ersichtlich sind. Während im Plexus chorioideus ventriculi lateralis das dorsale Blatt die dem Plexus angehörigen gefäßtragenden Zotten entwickelt, ist es im Plexus chorioideus ventriculi tertii das ventrale.

Das laterale Ende des Plexus chorioideus ventriculi lat. ist an der Taenia chorioidea, das mediale am lateralen freien Rande des Fornix befestigt (Fig. 157). Das Epithel des Plexus setzt sich, entsprechend den Anheftungslinien, in die Bekleidung der bezüglichen Organe fort. Die beiden Plexus chorioidei ventriculi tertii sind seitlich an der Stria medullaris thalami befestigt. Weiter hinten geht die Befestigung auf die Habenulae und auf die Oberfläche des Corpus pineale über. In dem subarachnoidalen Gewebe, welches zwischen den Piablättern der Tela chorioidea ventriculi tertii enthalten ist, verlaufen zwei größere Venen, die Venae cerebri internae; sie vereinigen sich am hinteren Ende der Tela zur Vena cerebri magna (Galeni). Jede V. cerebri interna nimmt am vorderen Ende der Tela die V. chorioidea und die V. terminalis auf. Fig. 156.

2. Tela chorioidea ventriculi quarti. Fig. 97, 120, 159.

Sie besteht aus der epithelialen, seitlich zur Taenia ventriculi quarti und vorn zum Velum medullare posterius ziehenden Decke des IV. Ventrikels und

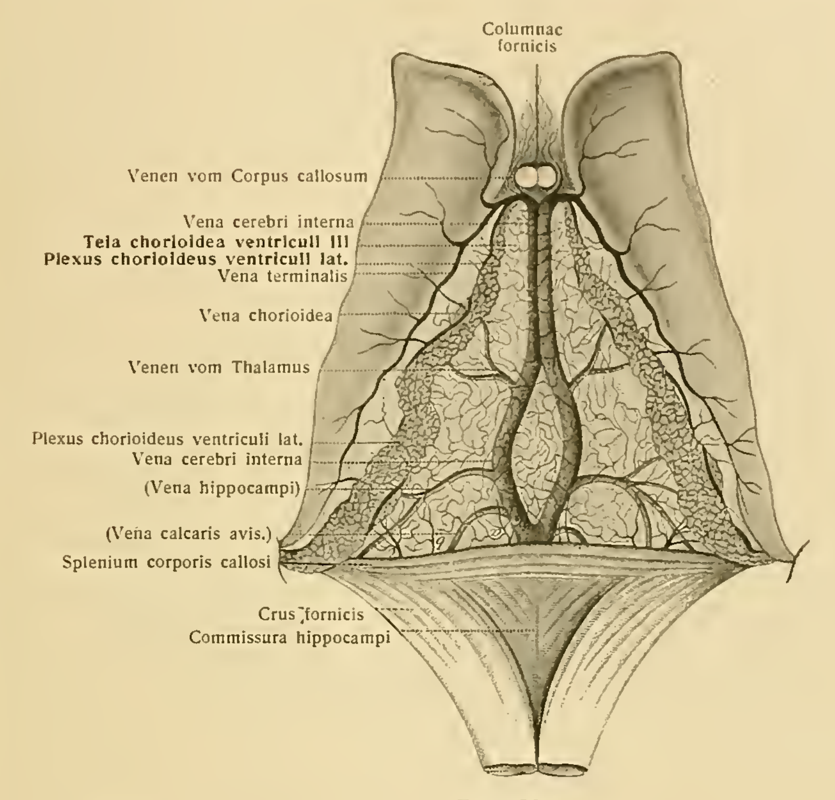


Fig. 156.

Tela chorioidea ventriculi tertii und Plexus chorioidei ventriculi lateralis. (Nach Vicq d'Azyr.) 3:2. Der Balken ist abgetragen; die Columnae fornicis sind am Foramen interventriculare (Monroi) durchgeschnitten, Corpus und Crura fornicis sind nach hinten umgeklappt.

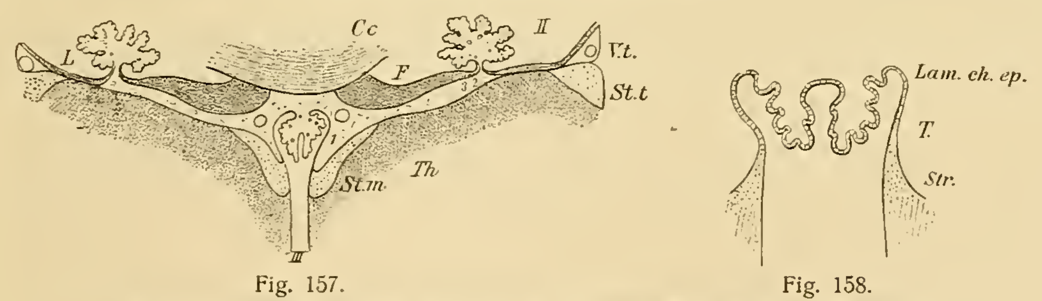


Fig. 157. Fig. 158.

Fig. 157. **Querschnitt durch die Tela chorioidea ventriculi tertii und deren Umgebung.** *II* Ventriculus lateralis; *III* Ventriculus tertius; *C.c.* Corpus callosum; *F* Fornix; *Th* Thalamus; *St.m.* Stria medullaris; *St.t.* Stria terminalis; *V.t.* Vena terminalis; *L* Lamina affixa. 1 Taenia thalami; 2 Taenia chorioidea; 3 Taenia fornicis. Die Figur zeigt den Übergang der Taenien in das Epithelblatt der Plexus chorioidei.

Fig. 158. **Schema zur Demonstration des Verhaltens der Striae, Taeniae und der Lamina chorioidea epithelialis.** (W. His.)

der ihr aufliegenden Pialamelle. Das Piablatt, welches der gegenüberliegenden Kleinhirnfläche angehört, kann, wenn man will, als dorsales Blatt der Tela chorioidea betrachtet werden. Die Basis dieser Tela liegt vorn und zieht entlang

dem Velum medullare posterius zu den Flockenstielen; sie ist folglich breit zwischen den beiderseitigen Flockenstielen gelegen und hat als mittleren Befestigungspunkt den Nodulus des Unterwurmes; die Spitze liegt am hinteren Ende des IV. Ventrikels, am Calamus scriptorius.

Auch hier gelangt jederseits ein Plexus lateralis und ein scheinbar unpaarer Plexus medius zur Ausbildung. Die ersteren erstrecken sich vom Nodulus seitlich zu den Recessus laterales ventriculi quarti; der letztere, aus zwei nebeneinanderliegenden Streifen bestehend, zieht vom Nodulus rückwärts, tritt aus der Apertura medialis ventriculi quarti hervor und zieht sich noch eine Strecke

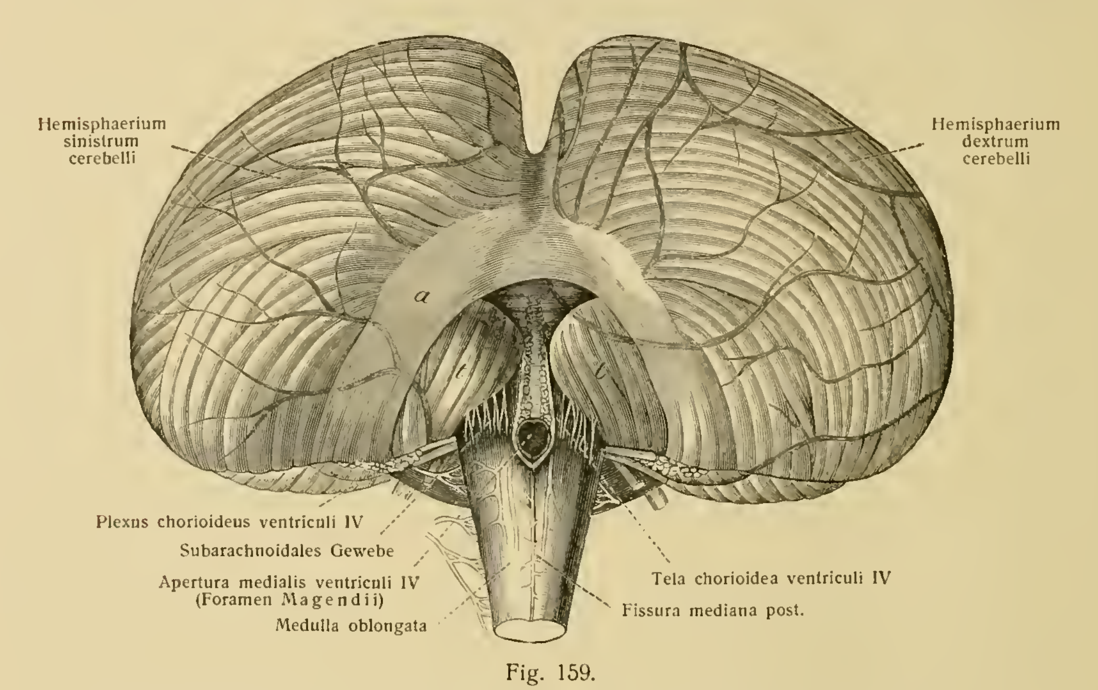


Fig. 159.

Untere Fläche des Kleinhirnes und obere der Medulla oblongata, nach Spaltung der Arachnoidea auseinandergebogen, um die Apertura medialis ventriculi quarti zu zeigen. (Key und Retzius.)

a Arachnoidalwand der Cisterna cerebello-medullaris; *t,t* Tonsillen des Kleinhirnes. Man sieht, wie aus der Apertura medialis ventriculi quarti der mittlere Teil der beiden Plexus chorioidei ventriculi IV hervorkommt und sich eine Strecke weit an der unteren Fläche des Unterwurmes entlang zieht.

weit am Unterwurm hinauf. Im Recessus lateralis hat der Plexus mit seiner seitlichen Umschließung durch die Taenia ventriculi quarti die Form eines mit Beeren beladenen Füllhornes und wird auch Füllhorn oder Bochdaleksches Blumenkörbchen genannt.

Während die Tela chorioidea ventriculi tertii völlig geschlossen ist, kommen, wie schon erwähnt, an der Tela chorioidea ventriculi quarti zweierlei sekundäre Durchbrechungen vor, eine mittlere, die Apertura medialis ventriculi quarti (Foramen Magendii), und zwei seitliche, die an den Recessus laterales sich ausgebildet haben, Aperturae laterales ventriculi quarti (Key-Retzii).

Die Apertura medialis (Fig. 159) befindet sich im hinteren Bereich des Ventrikeldaches, unmittelbar vor dem Obex. Die beiden anderen nehmen die Enden der Recessus laterales ein. Key und Retzius haben diese Öffnungen des IV. Ventrikels ausführlich beschrieben und ihr wirkliches Vorhandensein früheren

abweichenden Meinungen gegenüber sichergestellt. Vor mehreren Jahren haben ihre Angaben durch erneuerte Untersuchung von in Müllerscher Flüssigkeit gehärteten Gehirnen volle Bestätigung gefunden.

So untersuchte Hess zu diesem Zwecke 30 Gehirne von Erwachsenen, 10 von Neugeborenen, 7 von Feten. Das Magendiesche Loch, seit 1842 bekannt geworden, stellt meist nicht eine Durchbrechung einer Membran dar, sondern erscheint als die Endmündung eines kurzen, mehr oder weniger zylindrischen Rohres, dessen Wandungen vielfach durchlöchert sind. Im übrigen kommen bedeutende individuelle Schwankungen vor, so daß ausnahmsweise die Öffnung fehlt und die Pia mit dem Ventrikel geschlossen bleibt. Bei Neugeborenen, ja schon bei Feten von 15 cm Länge pflegte die Öffnung vorhanden zu sein. In der Regel wurden auch in den Recessus laterales Öffnungen gefunden.

Die Funktion dieser Öffnungen besteht in der leichteren Ermöglichung einer Druckregulierung des in den Hirnhöhlen enthaltenen Liquor encephalicus, welcher sich durch die Öffnungen mit der subarachnoidalen Lymphe zum Liquor encephalo-spinalis mischt. Die Funktion der Plexus chorioidei aber ist von der ersten Zeit ihrer Ausbildung an keine andere, als Liquor encephalicus abzusondern. Dessen Mengenschwankungen spielen bei den Schwankungen des Blutgehaltes des Gehirnes und Schädelinnenraumes notwendigerweise eine gewisse Rolle.

Die Adergeflechtzotten bestehen aus einem fibrillenarmen Bindegewebe, deckendem Epithel und eingeschlossenen Blutgefäßen. Eine zuführende Arterie und eine abführende Vene bilden innerhalb derselben ein reiches Kapillarnetz. Sie haben eine Länge von 1—2 mm und sind in zierlicher Weise mit mehreren sekundären Erhebungen von 0,4 mm, diese wieder mit kleinen tertiären Läppchen von 0,07 mm Länge besetzt.

Hier ist auch der Ort, die mehrfach erwähnten Taenien des Gehirnes (S. 76, 105, 136, 137, 141) übersichtlich zusammenzustellen. Man bezeichnet nach dem Vorgange von Reichert mit jenem Namen alle jene Säume, längs welcher die Substanz des Gehirnes in das Epithel der betreffenden Tela chorioidea sich fortsetzt. Zum Verständnis ist aus der Entwicklungsgeschichte zu erwähnen, daß von der ursprünglichen Wand des embryonalen Gehirnrohres ein größerer Teil sich verdickt und zu Nervensubstanz gestaltet, ein kleinerer Teil dagegen auf epithelialer Stufe verharrt und dünne Platten bildet (Fig. 163, 179). So geschieht es an der Decke des IV. und des III. Ventrikels und in einem Längsstreifen der medialen Wand des Endhirnes. Längs der Grenze der kompakten gegen die dünne Platte haben alle jene Taenien ihre Lage. Die Pia mater geht von der kompakten auch auf die dünne Platte über, welche stellenweise verwickelte Einfaltungen erfährt und dadurch die Telae und Plexus chorioidei veranlaßt. Beim Ablösen der Pia mater von der Hirnwand zerreißt der Zusammenhang zwischen kompakter und dünner Platte, und die Taenien bleiben als feine gezackte Säume zurück. In der Nähe der Taenien haben sich Markstreifen ausgebildet, sogenannte Striae medullares (siehe Fig. 157 und 158).

1. Taenia ventriculi quarti. Sie beginnt am Obex (Seite 72), geht vor dem Ende des Fasciculus gracilis und cuneatus schräg auf das Corpus restiforme über (Fig. 113, 114), umsäumt den Recessus lateralis und schließt sich darauf dem Kleinhirn an, indem sie dem Pedunculus flocculi und dem Velum medullare posterius zum Nodulus folgt (Seite 76). Sie ist folglich, im Zusammenhange mit derjenigen der anderen Seite, ringförmig gestaltet.

2. Taenia thalami. Die Taenie des dritten Ventrikels bildet mit der Taenia chorioidea des Seitenventrikels einen zusammenhängenden Streifen, an welchem wir mit His drei Hauptabschnitte unterscheiden können: die Taenia thalami, die Taenia chorioidea und die Taenia fornicis.

Die Taenia thalami beginnt am Corpus pineale (Fig. 108) und folgt jederseits dem freien Rande der Stria medullaris; sie setzt sich in die schmale Epithelplatte fort, welche den Plexus chorioideus ventriculi III an seiner unteren Fläche bekleidet. Am Foramen interventriculare angelangt, biegt die Taenia thalami rückwärts in die

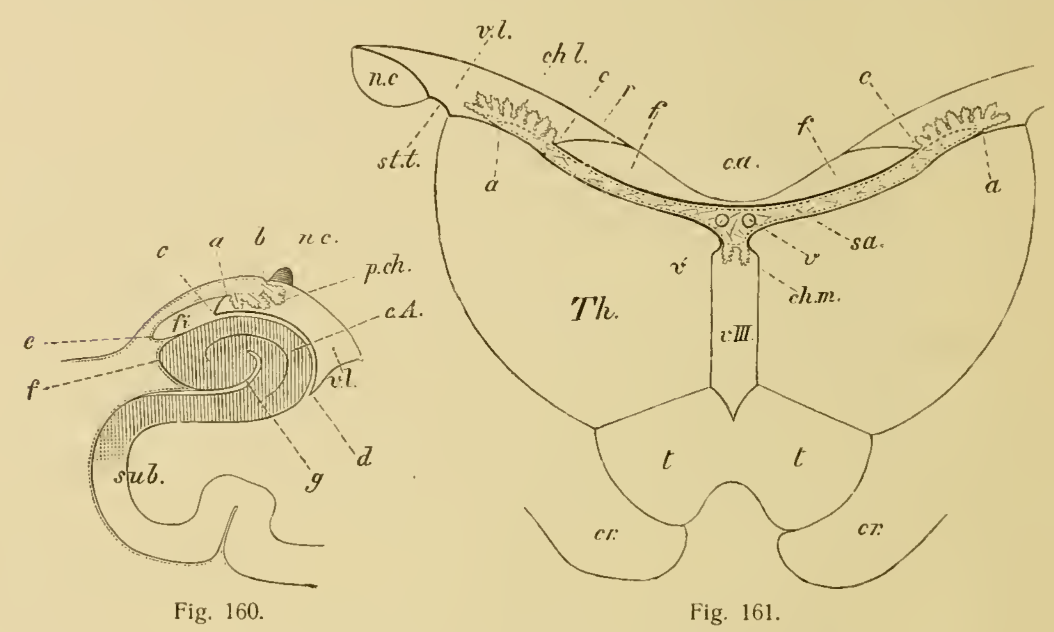


Fig. 160. Fig. 161.

Fig. 160. **Plexus chorioideus ventriculi lat. im Bereich des Unterhorns.**
Frontalschnitt durch Hippocampus und Unterhorn des Seitenventrikels. 2 : 1.

v.l. Unterhorn des Seitenventrikels; *sub.* Gyrus hippocampi; *c.A.* Hippocampus, auf der Ventrikelseite von *d* bis *c* mit weißer Marklamelle bedeckt, die bei *c* in die Fimbria *fi* übergeht. Zwischen *a* und *b* spannt sich eine das Adergeflecht *p.ch.* tragende Pialamelle aus; die Fortsetzung der Pia mater auf der freien Oberfläche ist punktiert dargestellt; *n.c.* Cauda nuclei caudati; *f* Fascia dentata; *g* Lamina medullaris involuta, aus der Substantia reticularis alba hervorgehend.

Fig. 161. **Tela chorioidea ventriculi III, Plexus chorioideus ventriculi III und ventriculi lat.**
Frontalschnitt durch das Zwischenhirn und die Seitenventrikel. Halbschematisch. 2 : 1.

Th. Sehhügel; *t* Haube; *cr* Großhirnschenkel; *v. III* dritter Ventrikel; *v.l.* Seitenventrikel; *r* dessen Recessus zwischen oberer Fläche des Fornix (*f*) und unterer Fläche des Balkens (*ca*); *n.c.* Nucleus caudatus; *st.t.* Stria terminalis. Von der lateralen Kante des Fornix *c* brückt sich ein den Plexus chorioideus lateralis (*ch.l*) tragendes Piablatt nach *a* zum Rande der Lamina affixa hinüber. Die Piablätter hier, sowie an der unteren Seite des Fornix und auf der oberen Fläche des Thalamus und dritten Ventrikels sind durch punktierte Linien angedeutet, das Epithel der Plexus chorioidei schematisch durch eine ausgezogene, vielfach eingebuchtete Linie. Zwischen den beiden Piablättern befindet sich lockeres subarachnoidales Gewebe (*sa.*) und die Querschnitte der Venae cerebri int. (*v*, *v*); *ch.m.* Plexus chorioidei des dritten Ventrikels.

Taenia chorioidea um. Letztere setzt sich am vorderen Ende des Hippocampus fort in die Taenia fimbriae und diese in die Taenia fornicis. Fig. 118.

Die Blutgefäße der Pia sind zum überwiegenden Teil für das Zentralorgan, nicht für sie selbst bestimmt. Die Quellen der arteriellen Gefäße sind die A. carotis interna und A. vertebralis (siehe Abt. III). Von den Lymphgefäßen der Pia war schon oben (S. 31) die Rede.

Die Nerven der Pia stammen zum größten Teil aus dem Sympathicus und dessen Geflechten für die A. carotis interna und A. vertebralis.

Cavazzani, E., Zur Physiologie der Plexus chorioidei des Gehirnes. Zentralbl. f. Phys. XVI, 1902. — Imamura, Sh., Zur Histologie des Plexus chorioideus. H. Obersteiners Arbeiten, VIII, 1902. — Melnikow-Raswedenkow, N., Über den Bau der Dura mater. Jena 1900. — Nahmmacher, W., Die Nerven der Dura mater cerebri. Rostock 1879. — Strasser, H., Die Hüllen des Gehirnes und des Rückenmarkes, ihre Funktion und ihre Entwickelung. Comptes r. Assoc. anat., 3e S. 1901. — Zander, R., Beiträge zur Morphologie der Dura mater und zur Knochenentwickelung. Festschrift für Kupffer, 1899. Die Ursache der Gliederung der Dura spinalis in ein periostales und medullares Blatt ist die Beweglichkeit der Wirbelsäule, im Gegensatz zu den Verhältnissen des Schädels. Epidurale Räume des letzteren hat Z. nicht wahrgenommen. Als Dura mater und als Periost betrachtet Z. nur die fibrösen Häute und trennt davon das knochenbildende Gewebe ganz.

8. Gefäße des Gehirnes.

A. Arterien.

Der in der Angiologie enthaltenen Darstellung der Hirnarterien ist über die weitere Verästelung der Hirnarterien nach Untersuchungen von Duret und Heubner das Folgende hinzuzufügen:

I. Arterien des verlängerten Markes und des Kleinhirnes.

1. Aa. radiculares (Duret). Sie stammen aus den Aa. vertebrales, der A. basilaris, oder aus den Aa. cerebelli inferiores, verlaufen zu den Nervenwurzeln, erreichen sie kurz vor ihrem Austritt und teilen sich in einen peripheren R. descendens und einen zentralen R. ascendens, der die Nervenwurzel bis zum Kern begleitet.

2. Aa. medianae s. Aa. nucleorum, zahlreiche feine Arterien, die innerhalb der Raphe zum Boden des vierten Ventrikels aufsteigen. Duret unterscheidet 4 Gruppen: Die der einen Gruppe stammen aus der A. spinalis anterior und ziehen zu den Kernen des Hypoglossus und Accessorius; die der zweiten Gruppe (3—4) stammen aus der Vereinigungsstelle der Vertebrales zur Basilaris und versorgen die Kerne des Vagus, Glossopharyngeus und Acusticus; die der dritten Gruppe (4—6) stammen aus der Basilaris und versorgen besonders die Kerne des Facialis, Abducens und Trigeminus; die der vierten Gruppe endlich (einige feine Äste) stammen aus der Teilungsstelle der Basilaris und ziehen durch Löcher der Substantia perforata posterior zur Haube und den Kernen des Mittelhirnes. Das Kapillarnetz aller dieser Gefäße hängt zusammen mit der Endverästelung der zentralen Äste der Aa. radiculares.

3. Zweige zu den Oliven, Pyramiden und Corpora restiformia, zur Tela und zu den Plexus chorioidei des vierten Ventrikels. Letztere stammen aus der A. cerebelli inferior posterior.

Die drei Arterien für jede Kleinhirnhälfte gehen untereinander starke Anastomosen ein. Der Verlauf der Hauptzweige dieser Gefäße ist ferner nahezu rechtwinkelig zur Richtung der Furchen und Randwülste. Das dichteste Kapillarnetz besitzt, wie sich erwarten läßt, die Körnerschicht (Gerlach, Oegg).

II. Arterien des Mittelhirnes.

1. Zweige für die Substantia perforata posterior und die Haube aus der A. cerebri posterior. Zu ihnen gehören auch die aus der Teilungsstelle der Basilaris entspringenden (bei I, unter 2, vierte Gruppe erwähnten) Zweige.

2. Zweige für die Pedunculi cerebri. Sie sind die Aa. pedunculares mediales und laterales. Von den medialen Zweigen stammen die vorderen aus der A. communicans posterior, die hinteren aus dem Anfangsteil der A. cerebri post.; einige von ihnen dringen zur Substantia nigra. Die lateralen Zweige stammen besonders aus der A. cerebri post., zum Teil aus der A. chorioidea.

3. Zweige für die Vierhügel. Für das Velum medullare anterius und die Bindearme sind feinere Arterien aus der A. cerebelli superior bestimmt. Das Hauptgefäß für die Vierhügelplatte selbst (A. collicularis lateralis) stammt aus der A. cerebri post., umschlingt den Pedunculus, gelangt zum Sulcus intercollicularis transversus und verbreitet sich von hier aus. Von der A. cerebri post. oder einem ihrer Thalamuszweige entspringt häufig ein für die vordere Abdachung des Vierhügels bestimmtes Gefäß (A. collicularis anterior). Sie alle anastomosieren untereinander und bilden in der Vierhügelplatte ein reiches Kapillarnetz.

III. Arterien des Zwischenhirnes.

1. Für die Zirbel, die Tela chorioidea ventriculi tertii und die Plexus chorioidei ventriculi tertii ist jederseits ein aus der A. cerebri posterior entspringendes Gefäß bestimmt, die A. chorioidea posterior medialis, die sich in einen medialen, zur Tela, und einen lateralen zum Plexus ziehenden Zweig teilt.

2. Für den Thalamus sind mehrere Gefäße bestimmt, die sämtlich Endarterien (siehe Gefäßlehre) im Sinne von Cohnheim sind. Man unterscheidet:

a) die Aa. thalamicae mediales, eine anterior und eine posterior. Letztere entspringt aus der A. cerebri post. oder aus der A. communicans posterior. Die anterior stammt aus der A. communicans posterior; sie durchbohrt die graue Bodenkommissur zwischen Tuber cinereum und Corpus mamillare und gelangt zum vorderen Teil der Wand des Ventriculus III und zum Tuberculum anterius thalami. Die posterior durchbohrt die Substantia perforata posterior und gelangt zur medialen Fläche des Thalamus und zur Massa intermedia.

b) Die Aa. thalamicae dorsales. Sie stammen aus der A. chorioidea posterior lateralis, einem Aste der A. cerebri post., welcher die Tela chorioidea ventriculi III und den Plexus chorioideus ventriculi lateralis versorgen hilft.

c) Die Aa. thalamicae laterales (2—3) stammen aus der A. cerebri post. und versorgen die Corpora geniculata und das Pulvinar.

3. Die Corpora mamillaria, das Tuber cinereum, das Infundibulum und die Hypophysis werden von Zweigen aus der A. communicans posterior versorgt.

4. Der Tractus opticus erhält in der Reihe von hinten nach vorn Zweige von der A. chorioidea anterior, der Communicans posterior und der Carotis interna.

5. Das Chiasma erhält an seiner hinteren Fläche Zweige der A. communicans posterior; an der vorderen: Zweige der A. communicans anterior und A. cerebri anterior; an der lateralen: Zweige aus der Carotis interna.

6. Die Lamina terminalis wird von der A. communicans anterior versorgt.

IV. Arterien des Endhirnes.

Sie sind a) Arterien der Endhirnganglien und der Capsula interna,
b) Arterien der Endhirnrinde und des übrigen Markes.

a) Die Arterien der Endhirnganglien (Nucleus caudatus und lentiformis) sind sämtlich Endarterien (Heubner, Duret) und stammen: 1. aus der A. cerebri anterior. Meist ist nur ein Zweig vorhanden, welcher durch eine mediale Öffnung der Substantia perforata anterior zum basalen Teil des Kopfes des Nucleus caudatus zieht; 2. aus der A. chorioidea lateralis, einem Zweige der A. cerebri post., feine Zweige, die in den dorsalen Teil des genannten Kopfes eindringen; 3. aus der A. cerebri media eine größere Zahl von Zweigen, welche die Löcher der Substantia perforata anterior durchbohren und zum Linsenkerne (seinen drei Gliedern), zum mittleren Teil des Nucleus caudatus, zur Capsula interna bis zum Thalamus gelangen. Fig. 162.

b) Arterien der Rinde. Die aus den Ästen der Piaarterien hervorgegangenen Hirngefäße verlaufen zunächst noch eine Strecke parallel der Oberfläche und dringen dann rechtwinklig zur Oberfläche in die Rinde ein. Man unterscheidet: a) Aa. medullares (Duret), gröbere Zweige, welche durch die Rinde 3—4 cm tief eindringen, somit auch die tiefsten Teile der Marksubstanz erreichen und innerhalb derselben in langgestreckte Kapillarnetze übergehen. Schon innerhalb der Rinde geben sie einige feinere Zweige ab. Auf einem Schnitte, der eine Windung quer durchschneidet, werden 10—15 Aa. medullares wahrgenommen; b) Aa. corticales. Sie sind feiner, viel zahlreicher und bilden hauptsächlich das Kapillarnetz der grauen Rinde. Dieses ist in der äußeren zellenarmen Schicht weitmaschig, in der Hauptmasse der Rinde dagegen sehr dicht. Aus der Grenzschicht gegen das Mark entwickeln sich insbesondere die Venen der Hirnrinde. Im übrigen werden auch die Venen als Vv. medullares und Vv. corticales unterschieden.

1. A. cerebri anterior. Sie gibt zunächst feine Zweige zum Septum pellucidum und zum Rostrum corporis callosi ab und versorgt darauf den größeren Teil des Stirnlappens, einen Teil des Scheitellappens und den Balken, indem sie in folgende Zweige zerfällt:

a) Die Aa. frontales inferiores mediales, für den Sulcus olfactorius und die an ihn grenzenden Orbitalwindungen.

b), c) und d) Die A. frontalis medialis anterior, media und posterior. Die anterior ist für die mediale und dorsale Fläche der ersten Stirnwindung und für die dorsale Fläche der zweiten Stirnwindung bestimmt; die media versorgt den hinteren Teil der ersten Stirnwindung, den Gyrus cinguli und die oberen Enden der beiden Zentralwindungen; die posterior versorgt den Praecuneus, das Corpus callosum und das dorsale Ependym der Seitenventrikel.

2. A. cerebri media. Nachdem sie ihre Zweige für die Endhirnganglien abgegeben hat, teilt sie sich auf der Außenseite der Insel in folgende 4 Endzweige:

a) Die A. frontalis inferior lateralis, für die dritte Stirnwindung.

b), c) und d) Die A. parietalis anterior, media und posterior. Die anterior versorgt das hintere Ende der zweiten Stirnwindung und die vordere Zentralwindung, die media breitet sich im Gebiet der Zentralwindungen und des Lobulus parietalis superior aus, die posterior begibt sich zum Lobulus parietalis inferior, zur dorsalen Fläche des Schläfenlappens, sowie zur ersten und zweiten Schläfenwindung.

Die A. cerebri media gibt ferner eine Reihe von Rami insulares ab, von welchen Reiser bis zum Claustrum vordringen.

3. A. cerebri posterior.

Von ihrer medialen Seite die erwähnten Zweige zum Mittel- und Zwischenhirn entsendend, gibt sie von ihrer lateralen Seite folgende Zweige zur Hirnrinde:

a) und b) A. temporalis anterior und posterior und c) A. occipitalis. Die A. temp. ant. versorgt den G. hippocampi und die Spitze des Schläfenlappens; die A. temp. post. den Gyrus hippocampi, die dritte Schläfenwindung und den Gyrus fusiformis; die A. occipitalis den größten Teil des Hinterhauptlappens; sie verläuft zum Teil in der Fissura calcarina zum Occipitalpol.

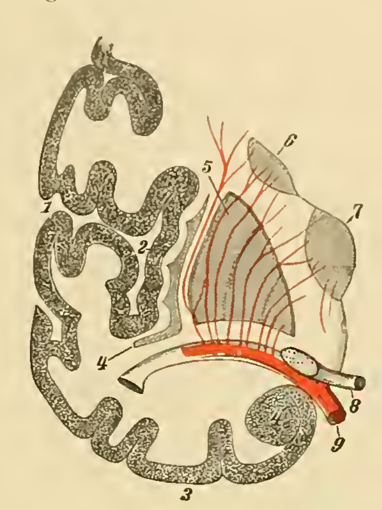


Fig. 162.

Äste der A. cerebri media zu den Stammganglien.

Frontalschnitt der linken Hemisphäre hinter dem Chiasma opticum.

1 Fissura lateralis cerebri; 2 Insel; 3 Schläfenlappen; 4 Nucleus amygdalae; 5 Nucleus lentiformis; 6 Nucleus caudatus; 7 Thalamus; 8 Chiasma opticum; 9 Carotis interna und ihre Teilung in die A. cerebri media und A. cerebri anterior.

B. Venen.

Siehe Abt. III, S. 401—405.

C. Lymphbahnen.

Siehe hierüber den Abschnitt: Hüllen des Gehirnes, sowie Abt. III, S. 469.

Cavazzani, E., Weiteres über die Cerebrospinalflüssigkeit. Zentralbl. f. Physiologie, 1896, X, Nr. 6. — Grashey, H., Experim. Beiträge zur Lehre von der Blutzirkulation in der Schädel-Rückgrathöhle. München 1892, J. F. Lehmann. — Triepel, H., Die Struktur der Gehirnvenen und die Blutzirkulation in der Schädelhöhle. Anat. Hefte, Nr. 36, 1898. — H. Baum, Die Lymphgefäße des Nervensystems des Rindes. Zeitschr. Infektionskrankh. usw. 1913.

9. Blick auf die Entwicklung des Gehirns.

Das Medullarrohr, welches dem Rückenmark und Gehirn den Ursprung gibt, geht aus einer langen und breiten, aus zwei symmetrischen Hälften zusammengesetzten zelligen Platte des Ektoderms hervor, die den Namen Medullarplatte erhalten hat. Ringsum setzt sich die Medullarplatte in den peripheren Teil des Ektoderms fort, welcher Hornblatt genannt wird. An der Grenze zwischen beiden gliedert sich jederseits ein besonderer Strang ab, die Ganglienleiste, die Ursprungsplatte der Ganglia communia, welche sekundär in Ganglia spinalia und Ganglia sympathica sich gliedern.

Wenn auch natürlicherweise das Maßgebende des ganzen zentralen Nervensystems immer die Substanzplatte selbst ist und in der frühzeitig sich ausbildenden Rohrform nichts Geheimnisvolles gesucht werden darf, so hat die Medullarplatte doch nicht umsonst die Rohrform angenommen;

es leitet sich aus dieser Modifikation der Urform die Leichtigkeit der Oberflächenentfaltung und eine große Anzahl anderer morphologischer Folgen ab. Geht man dem Gegenstande weiter auf den Grund, so zeigt gerade die Endform des zentralen Nervensystems am deutlichsten, daß von dem ganzen Querschnitte des Medullarrohres nicht jeder Teil eine gleich große morphologische Bedeutung besitzt, sondern daß die Seitenwände des Rohres es sind, welchen die Hauptbedeutung in der ganzen Länge der Anlage zukommt. Zwei gebogene starke seitliche Platten also sind es, in welche der wesentliche Begriff des Medullarrohres sich auflöst, zwei neurale Balken, welche je durch eine schwache dorsale und ventrale Brücke oder Kommissur miteinander zusammenhängen. Von diesen beiden neuralen Balken gehört je einer einer Körperhälfte an, der Lage nach der gleichseitigen, der Funktion nach der gegenseitigen. Jeder neurale Balken zerfällt in zwei verschiedene Zonen, in eine mehr ventral und in eine mehr dorsal gelegene; sie führen den Namen Grundplatte und Seiten- oder Flügelplatte (Fig. 163). Was der Grund- und Flügelplatte jederseits in der ganzen Länge des Medullarrohres an morphologischer Leistung zukommt, wird alsbald gezeigt werden.

Vorerst ist von der Rohrform noch hervorzuheben, daß sie auch in der Endform des Zentralnervensystems immer noch deutlich erkennbar bleibt. Die Lichtung erweitert sich an einigen Stellen zu mehr oder weniger geräumigen Kammern, die sogar sekundäre Durchbrechungen erfahren können; aber hierin liegt kein Hindernis für jene Vorstellung. Daß das Rückenmark in seiner Endform ein dickwandiges Rohr darstellt, ist bekannt; die Medulla oblongata, die Brücke und das Kleinhirn setzen die Rohrform unter Ausbildung der IV. Hirnkammer fort; das Mittelhirn, in Form zweier symmetrischer Massen um den Aquädukt gelegt, ist ein kurzes, dickwandiges Rohrstück; bedeutendere Umbildungen erfuhr das Zwischenhirngebiet, aber im ganzen zeigt es ebenfalls zwei symmetrische Seitenmassen, die um die III. Hirnkammer gelegt sind. Bringt man endlich jede Hemisphäre auf ihren einfachsten Ausdruck, läßt man Furchen und Windungen verstreichen und die Region der Hemisphärenkerne sich verdünnen, so zeigt sich jede Hemisphäre als eine Blase, welche vorn-seitlich dem Zwischenhirn aufgesetzt ist; das Foramen interventrikulare ist jederseits die Übergangsstelle des Zwischenhirnlumens in den Blasenhohlraum.

Über die Einzelheiten der vielen Umbildungen liegen zahlreiche Untersuchungen vor, welche, wenn sie auch nicht überall zu völlig abschließenden Ergebnissen geführt haben, doch alle grundlegenden Vorgänge zu überschauen gestatten.

Während soeben versucht worden ist, die Endformen der Hauptabteilungen des Gehirnes in Gedanken rückwärts auf die einfacheren Verhältnisse eines gegliederten Rohres zu verfolgen und zu zeigen, daß auch das fertige Gehirn die Rohrform noch durchblicken läßt, sind nunmehr die vorschreitenden Bahnen der Entwicklung des Medullarrohres objektiv zu untersuchen.

Das Medullar- oder Neuralrohr steht in früher Zeit sowohl mit dem den ganzen Körper abschließenden epidermalen Rohre, als auch mit dem gastralen Rohre in der Gegend des hinteren Leibesendes in offener Verbindung. Der bezügliche Kanal führt den Namen Canalis neurentericus.

Beifolgende Fig. 164, welche den Medianschnitt eines Batrachier-Embryo widergibt, erläutert das Angegebene in den für uns wichtigsten Teilen; die lateralen Nebenröhren der Körperanlage sind auf dem Medianschnitt natürlich nicht sichtbar. Dagegen zeigt sich, daß das epidermale Rohr *e* am hinteren Leibesende, bei *R*, der Rusconischen Pforte, die äußere Mündung eines inneren Gangwerkes enthält, von welchem *m* das dorsal bereits geschlossene Medullarrohr, *g* das Gastralrohr darstellt; bei *ne* führt der Canalis neurentericus vom Medullarrohr in das Gastralrohr und zur Rusconischen Pforte. Der Canalis neurentericus vermittelt die beiderseitige Verbindung nur während kurzer Zeit; er schließt sich darauf ab, der merkwürdige Zusammenhang mit dem Darmapparat ist dann aufgehoben.

Während Fig. 164 das Medullarrohr dorsal bereits überall geschlossen zeigt, führt Fig. 165 ein Stadium der Kaninchenentwicklung vor, in welchem die Medullarplatte zwar symmetrisch gebogen ist und daher eine Rückenfurche (*rf*) einschließt, die lateralen Ränder der Platte aber noch weit voneinander entfernt sind; sie nähern sich später immer mehr, verwachsen miteinander und schnüren sich vom anstoßenden Hornblatt der Länge nach ab.

Aus der Wand des Medullarrohres gehen hervor die graue und weiße Substanz des Rückenmarkes und Gehirnes, das Ependym des Zentralkanales und der Ventrikel, sowie die Neuroglia.

Hat sich einmal ein primitiver Wirbelkanal gebildet, so füllt das Rückenmark den Wirbelkanal fast ganz aus und erstreckt sich bis an dessen kaudales Ende. Später überholt die Wirbelsäule das Rückenmark im Wachstum; dieses füllt alsdann den Wirbelkanal weder im Querschnitt, noch

in der Längsrichtung ganz aus, sondern es bleiben ansehnliche Räume frei. Der steile Verlauf der Lenden- und Kreuznerven weist auf letztere Beziehung noch hin. Die Wirbelsäule macht gegenüber dem Rückenmark einen Descensus durch; nur dem Scheine nach liegt alsdann ein Ascensus medullae spinalis vor.

Das Medullarrohr gliedert sich schon frühzeitig deutlich in einen cerebralen und einen spinalen Teil, die an der Grenze unmittelbar ineinander übergehen; jeder der beiden großen Abschnitte aber



Fig. 163. Fig. 164.

Fig. 163. **Querschnitt der embryonalen Oblongata, zur Kennzeichnung der Hisschen Längszonen des Medullarrohres.** 1 Grundplatte; 2 Seiten- oder Flügelplatte; 3 Bodenplatte; 4 Deckplatte; 5 Ventriculus quartus.

Fig. 164. **Schema eines Batrachierembryo im Längsschnitt.**
e, *e* Ektoderm (Hornblatt als äußeres Rohr des Körpers); *m* Medullarrohr mit dem Zentralkanal und der (mit starker Linie gekennzeichneten) Wand; *ne* Canalis neurentericus; *R* Rusconische Pforte; *g* Gastral oder Darmrohr (mit gestrichelter Linie gekennzeichnet). An der vorderen Wand wird später der Mund gebildet, der jetzt noch fehlt. *ch* Linie zur Andeutung der Lage der Chorda dorsalis.

gliedert sich wieder in Unterabteilungen, wie Fig. 167 zeigt, welche den cerebralen Abschnitt des Medullarrohres, d. i. das Hirnrohr eines zweitägig bebrüteten Hühnchens in dorsaler Ansicht wiedergibt.

Das Hirnrohr gliedert sich zunächst in die drei der Länge nach aufeinander folgenden primären Hirnblasen, in das primäre Vorderhirnbläschen (I), Mittelhirnbläschen (II) und Hinterhirnbläschen (III).

Am primären Vorderhirnbläschen stülpen sich die Seitenwände zu den primären Augenblasen aus, welche sich allmählich mehr von ihrem Mutterboden abschnüren, so daß schließlich nur noch

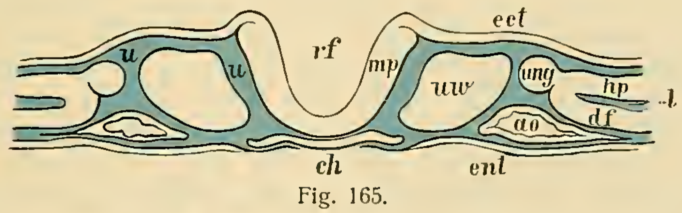


Fig. 165.

Querschnitt durch die Embryonalanlage eines Kaninchens von 8 Tagen.
rf Rückenfurche; *mp* Medullarplatte, gebogen, die Rückenfurche einschließend und zum Medullarrohr sich umgestaltend; *ect* Hornblatt des Ektoderm; *ch* Chorda dorsalis; *ent* Entoderm; *uw* Urwirbel; *ung* Urnierengang; *hp* Hautplatte; *df* Darmfaserplatte des Mesoderm, die Leibeshöhle (*l*) zwischen sich fassend; *ao* absteigende primitive Aorta mit Wand und Lichtung; *u*, *u* Teile des Ur-Lymphsystems (blau), zwischen den Ausbreitungen und Gebilden des mittleren, äußeren und inneren Keimblattes sich hinziehend.

ein hohler epithelialer Stiel die Verbindung festhält. Weiterhin geht aus dem primären Vorderhirnbläschen durch Ausstülpung der Vorderwand das sekundäre Vorderhirn oder Endhirn hervor, während sich der Rest des primären Vorderhirnbläschens zum Zwischenhirn umgestaltet. Dies alles ist die Leistung des Bläschens I. Das mittlere Hirnbläschen (II), durch je eine Einschnürung von dem vorderen und langgestreckten hinteren Hirnbläschen getrennt, läßt aus sich das Mittelhirn hervorgehen. Das hintere Hirnbläschen (III) zerfällt durch Einschnürung in das Hinterhirn- und das Nachhirnbläschen; jenes liefert an der Grenze zum Mittelhirn den Isthmus, darauf die Brücke und das Kleinhirn, dieses die Medulla oblongata. Das Nachhirnbläschen zeigt vorübergehend eine Reihe von aufeinanderfolgenden Einschnürungen und Anschwellungen. Der Spinalteil des Nervenrohres entwickelt eine ähnliche Gliederung, welche mit der Urwirbelgliederung in Zusammenhang steht; sie deutet eine Sonderung in einzelne Unterabteilungen an.

Wie regelmäßig die zeitweilige Gliederung des Gehirnes, zunächst des Mentencephalon in Abteilungen, Encephalomeren, sich gestaltet, davon gibt Fig. 168 ein treffliches Beispiel.

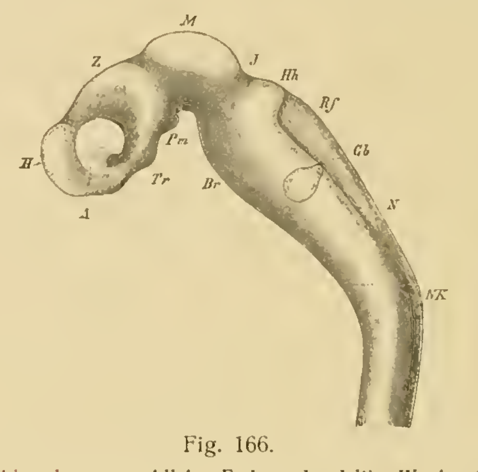


Fig. 166.

Fig. 166. **Gehirn eines menschlichen Embryo der dritten Woche.** (W. His.)
A Augenblase; *H* Hemisphären- oder Endhirn; *Z* Zwischenhirn; *M* Mittelhirn; *J* Isthmus; *Hh* Hinterhirn; *N* Nachhirn; *Gb* Gehörblase; *Rf* Rautengrubenfeld; *Br* Brückenfeld und Brückenkrümmung; *Nk* Nackenkrümmung; *Pm* Mamillarwulst; *Tr* Trichterwulst.

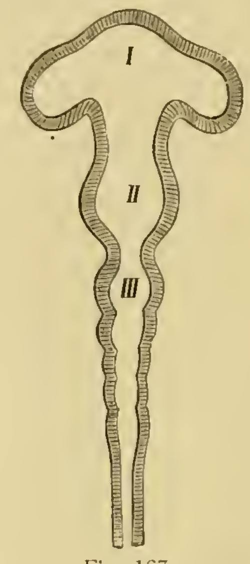


Fig. 167.

Fig. 167. **Optischer Horizontalschnitt des Cerebralrohres eines Hühnchens von zwei Brüttagen.**
I vorderes Hirnbläschen mit den primitiven Augenblasen als seitlichen Erweiterungen; *II* mittleres Hirnbläschen; *III* langgestrecktes hinteres Hirnbläschen mit fünf Unterabteilungen, an welche sich der Spinalteil des Medullarrohres anschließt. Die Höhlungen sind die Anlagen des Ventrikelsystems.

Im spinalen Teil des Neuralrohres nennt man die einzelnen Glieder Medullarsegmente, Neuromeren. Ob die im Gebiet der Oblongata sichtbaren Abteilungen, Rhombomeren, wie es den Anschein hat, gleichwertige Gebilde sind, oder nicht, wird verschieden beurteilt. Ob gar die vor der Oblongata gelegenen fünf cerebralen Glieder ebenfalls Neuromeren gleichwertiger Art darstellen, diese Frage muß man sich vorlegen, wenn man auch nicht sofort imstande ist, sie zu entscheiden. Eine gewisse Neuromerie spricht sich natürlich unverkennbar in dieser Zerlegung aus, aber sie könnte ja ganz fremdartigen Grundlagen ihr Dasein verdanken.

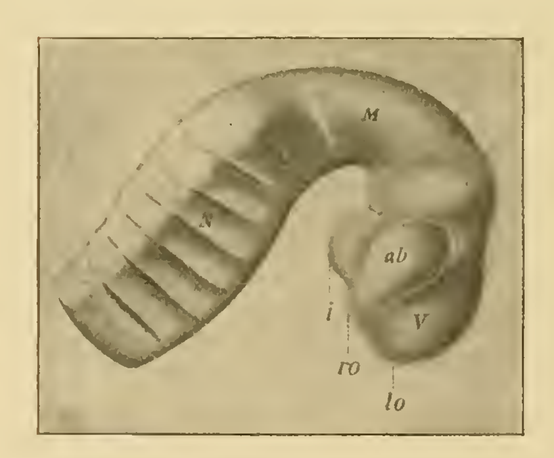


Fig. 168.

Profilansicht des Gehirnmodelles eines 4 mm langen Schafembryo. 50 : 1.
ab Augenblase; *lo* Lobus olfactorius impar; *M* Mittelhirn; *N* Nachhirn; *ro* Recessus opticus; *i* Recessus infundibuli; *V* Vorderhirn. (L. Neumayer, 1898.)

Nach Graeper (Arch. mikr. Anat. Bd. 83) sind bestimmte Beziehungen der Kerne und der Austrittsstellen der Hirnnerven V, VI, VII, IX, X zu den Rhombomeren vorhanden.

Über die Vorgänge am primären Vorderhirnbläschen ist noch folgendes zu bemerken: Fig. 166 zeigt die Augenblase (*A*) als umfangreichen hohlen Fortsatz der Seitenwand. Die Abschnürung des Fortsatzes ist schon weit vorgeschritten, so daß man von der dorsalen und hinteren Seite her tief zwischen Hirnwand und Augenblase eindringen kann; der Augenblasenstiel inseriert hiernach vorn, seitlich, ventral. Aber nicht nur die Augenblase ist am primären vorderen Hirnbläschen zur Entwicklung gelangt, sondern auch das Endhirn oder Hemisphärenhirn (*H*) ist bereits angelegt und zeigt sich als eine vor der Augenblase liegende hohle vordere Ausstülpung jenes Bläschens, als eine hohle Knospe, welche alsbald durch eine an der Seitenwand von oben-hinten

nach unten-vorn verlaufende Einschnürung vom primären vorderen Hirnbläschen abgegrenzt wird. Eine von vorn her eindringende mediane Furche teilt die Knospe in zwei symmetrische Hälften, in die beiden Hemisphärenbläschen, welche durch einen breiten hohlen Stiel mit dem Reste des primären Vorderhirnbläschens zusammenhängen. Dieser Rest ist nunmehr zur Anlage des Zwischenhirnes geworden und die beiden Hemisphärenbläschen stellen das sekundäre Vorderhirn, das Endhirn, dar. Es sind dies, oberflächlich betrachtet und dem ersten Eindrucke nach, merkwürdig einfach erscheinende Grundlagen, wenn man bedenkt, welche ferneren Umgestaltungen sich an sie knüpfen werden.

Für die genauere Vorstellung der Entstehung der Hemisphärenknospe und ihrer Zweiteilung gibt Fig. 169 die nötige Erläuterung. In Fig. 1 liegt bei *b* das Mittelhirnbläschen vor; der vorn sich ihm anschließende Abschnitt *a* ist das primäre Vorderhirnbläschen, welches die Hemisphärenknospe *h* aus seiner vorderen Wand schon hat hervorgehen lassen; eine seichte Furche (bei *c*) deutet die symmetrische Teilung an. Die beiden Augenblasen sind nicht gezeichnet; sie sind bereits ventral gerückt und bis auf den Stiel abgeschnürt als laterale, hinter *h* gelegene Fortsätze von *a* zu denken. In Fig. 2 hat die Abscheidung der beiden Hemisphärenknospen (*h*, *h*) vom Zwischenhirn (*a*) bedeutende Fortschritte gemacht. Die beiden Hemisphären kommunizieren mit ihrer weiten Höhle, dem Ventriculus lateralis, durch eine noch ansehnliche Pforte (*fM*) mit der Höhle des Zwischenhirns, dem Ventriculus tertius. Die Verbindungspforte (*fM*) wird später noch enger, schwindet aber nie vollständig; sie ist das vielgenannte Foramen interventriculare. Die Höhle des Mittelhirnes (*b*), auch zuerst ein Ventrikel, wird durch Verdickung der Wände zum Aquaeductus. Die vordere Substanzbrücke zwischen den beiden Hemisphärenbläschen stellt die wichtige L a m i n a t e r m i n a l i s des fertigen Gehirnes, die embryonale S c h l u ß p l a t t e der Hemisphärenbläschen dar.

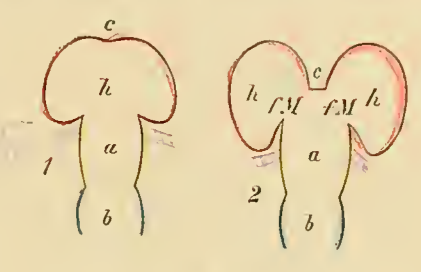


Fig. 169.

Schematische Darstellung der Umbildungen des Vorderhirnes.

a Zwischenhirn; *b* Mittelhirn. In 1 ist das Endhirn *h* noch einfach, nur durch eine seichte Furche bei *c* ist die Teilung angedeutet. In 2 sind Hemisphären *h*, *h* und Schlußplatte *c* gesondert. Der Hohlraum der Hemisphärenblase (Seitenventrikel) kommuniziert jederseits durch das Foramen interventrikulare (*Mf*) mit dem dritten Ventrikel *a*.

Unterdessen führt das anfänglich fast gerade gestreckte Cerebralrohr, bei starkem Längenwachstum, auch K r ü m m u n g e n in sagittaler Ebene aus, die folglich um eine Queraxe sich aufreihen.

So zeigt Fig. 170,I das Gehirn eines 7 Wochen alten menschlichen Fetus von der Seite, II von oben betrachtet. 1 *a* und 1 *b* sind die aus dem primären Vorderhirnbläschen hervorgegangenen Abschnitte, die Hemisphäre (1 *b*) und das Zwischenhirn (1 *a*). Eine von vorn, oben und hinten eindringende Einschnürung, die sichelförmige Falte, grenzt beide Abschnitte voneinander ab. Bei 2 befindet sich das stark dorsalwärts vorspringende Mittelhirn, welches bei 3 *a* in das sekundäre Hinterhirn (Brücke + Kleinhirn) übergeht; an dieses schließt sich unter starker Krümmung bei *p* das Nachhirn (3 *b*) an, die Anlage der Medulla oblongata, welche ihrerseits bei *sp* in den Spinalteil des Medullarrohres, in das Rückenmark sich fortsetzt. Bei *o* ist der Tractus opticus angedeutet. Die bei *o* liegende ventrale Ausbuchtung des Zwischenhirnbodens entspricht der späteren Trichtergegend.

Was nun die K r ü m m u n g e n betrifft, so liegt an der Übergangsstelle des Mittelhirnes zum Zwischenhirn die sogenannte v o r d e r e S c h e i t e l k r ü m m u n g; das Mittelhirn setzt sich gegen das Hinterhirn durch die h i n t e r e S c h e i t e l k r ü m m u n g (bei 3*a*) ab. Beide Scheitelkrümmungen werden auch K o p f b e u g e genannt. An sie reiht sich die ventral-konvexe B r ü c k e n k r ü m m u n g (bei *p*). Am Übergange der Oblongata in das Rückenmark findet sich eine dritte dorsal-konvexe Krümmung, die N a c k e n k r ü m m u n g. Der Kopfbeuge und Nackenbeuge entsprechen an der Oberfläche des embryonalen Körpers der Kopf- oder S c h e i t e l h ö c k e r und der N a c k e n h ö c k e r.

Zur Ergänzung der seitlichen Ansicht dient Fig. 170 II, welche dasselbe Gehirn von oben betrachtet darstellt. Sehr deutlich zeigt sich das Verhältnis der Hemisphärenanlage (*hms*) zum Zwischenhirn (1 *a*), sowie die Beziehung der Schlußplatte (*lt*) zu beiden.

Ein Medianschnitt durch den Kopf eines Hühnchens vom 5. Brüttage (Fig. 171) zeigt folgende Verhältnisse. Bei *epd* liegt die Epidermis vor, welche den Kopf allseitig umhüllt. Hinter der Stelle *hph* (Hypophysenanlage, R a t h k e sche Tasche) hört die Epidermis auf; ihre Fortsetzung auf die nicht gezeichnete Unterkieferanlage ist durchrissen; hinter *hph*, entsprechend dem kleinen hier

liegenden Vorsprunge, beginnt das Epithel des Kopfteiles des Darmes. *chd* zeigt das Vorderende der Chorda dorsalis, welches sich gegen den Grund der Rathkeschen Tasche ventralwärts krümmt; *bsl* ist die Arteria basilaris. Die Höhlen *v*1, *v*3, *aqd* und *v*4 stellen das weite serumerfüllte Ventrikelsystem des Gehirnes dar, um welches die Hirnwand wie eine dünne, umfangreiche Schale gelegt ist. Die Wand *hms* gehört der Hemisphärenblase an, die Wand um *v*3 entspricht dem Zwischenhirn; der dorsale Teil dieser Wand entwickelt im hinteren Gebiet eine zunächst vorwärts gerichtete Schleife, die Faltenanlage der Epiphysis cerebri. Bei 2 liegt die längere dorsale und gegenüber die kürzere ventrale Wand des Mittelhirnes vor, welche das Ende der primären Sattellehne bedeckt. Bei *cb* befindet sich die Anlage des Kleinhirnes, ihr gegenüber die nur schwach angedeutete Anlage der Brücke; 3 zeigt die Basis des Nachhirnes, welche eine dünne Deckplatte als dorsale Wand besitzt. Hinter- und Nachhirn schließen den 4. Ventrikel ein.

Bei kräftiger Entwicklung der Brückenkrümmung wird auch die Deckplatte des Ventriculus quartus gefaltet. Für das Nachhirn liegen alsdann folgende Verhältnisse vor, die das Schema Fig. 172

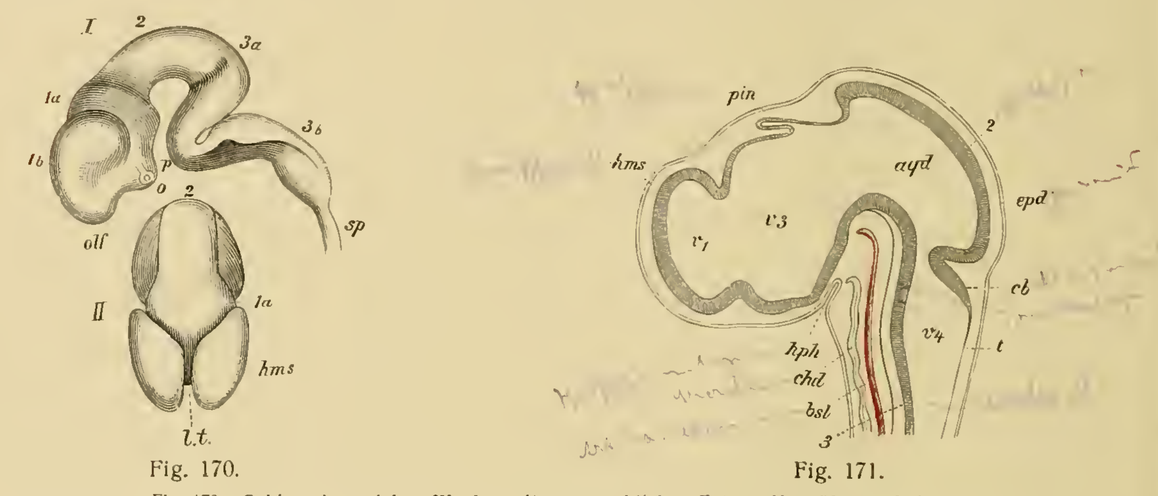


Fig. 170. Fig. 171.

Fig. 170. **Gehirn eines sieben Wochen alten menschlichen Fetus.** Vergrößerung 3 : 1.
I von der linken Seite, *II* von oben betrachtet; 1*a* Zwischenhirn oder primäres Vorderhirn; 1*b* Endhirn; o Sehnerv; *hms* Hemisphärenblase; *lt* Schlußplatte; 2 Mittelhirn; 3*a* sekundäres Hinterhirn (Cerebellum); *p* Brücke und Brückenkrümmung; 3*b* Nachhirn (Medulla oblongata); *sp* Rückenmark; *olf* Riechlappen.

Fig. 171. **Medianschnitt durch den Kopf eines $4\frac{1}{2}$ Tage alten Hühnerembryo.** (Von v. Mihalkovics.) Vergrößerung 14 : 1.
hms Hemisphärenblase; *v*1 ihr Hohlraum; *v*3 dritter Ventrikel; *aqd* Aquaeductus (Sylvii); *v*4 vierter Ventrikel; *pin* Anlage des Corpus pineale; *hph* Hypophysentasche; 2 Mittelhirn; *cb* Kleinhirnplatte; *t* Deckplatte des vierten Ventrikels; 3 Basis des Nachhirnes; *bsl* Basilararterie; *chd* Chorda dorsalis; *epd* Epidermis.

erläutert. Die gefaltete Deckplatte zeigt bei *m* eine in den Ventrikelraum vorspringende Einbiegung, durch welche ein vorderer Teil der Deckplatte, *v*, von einem hinteren Teile, *t*, gesondert wird. So hat das Dach des 4. Ventrikels nunmehr drei Abteilungen, eine vordere, Cerebellum, eine mittlere (*v*), welche den Durchschnitt des Velum medullare posterius enthält, und eine hintere, die Tela chorioidea ventriculi quarti, innerhalb deren durch sekundäre Auflösung die Aperturae ventriculi quarti entstehen werden.

Während die Epiphysis cerebri als eine Falte der dorsalen Zwischenhirnwand entsteht, verhält es sich mit der Hypophysis folgendermaßen. Fig. 171 läßt die Hypophysenanlage als eine dorsalwärts gerichtete Falte der Epidermis der primitiven Mundbucht erkennen. In Fig. 173 hat sich die Anlage zu einer ansehnlichen Hypophysenblase (*h*) weiter entwickelt, welche allseitig geschlossen ist und nur durch den Hypophysengang (*hg*) mit der Mundbucht einstweilen noch zusammenhängt; der Hypophysengang wird später schwinden, die epitheliale Hypophysenblase gänzlich abgeschnitten sein und als solche ihre fernere Entwicklung durchmachen. Hinter dem Hypophysengange folgt das Darmepithel (*ent*). Hinter der Hypophysenanlage aber ist eine ventrale Ausstülpung der Zwischenhirnwand zur Ausbildung gelangt, der Processus infundibuli (*pi*), Trichterfortsatz, welcher dem Infundibulum und dem Hinterlappen der Hypophysis den Ursprung gibt, während ihr vorderer Lappen aus der Hypophysenblase (*h*) hervorgeht. Fig. 115 zeigt die

Endform der Hypophysis. Der Hypophysengang ist geschwunden, der vordere Lappen ist bei *a*, der kleine hintere Lappen ist bei *b* sichtbar; der letztere allein enthält die bleibende Verbindung mit dem Infundibulum. In pathologischen Zuständen, oder auch bei manchen Tieren, kann der Hypophysengang erhalten bleiben.

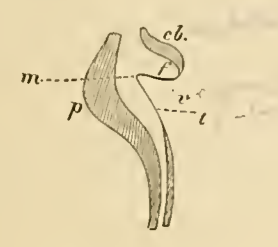


Fig. 172.

Fig. 172. **Schematische Darstellung der Umwandlung des Daches vom vierten Ventrikel.** *cb* Kleinhirnplatte; *v* Velum medullare posterius; *t* Tela chorioidea ventriculi IV; *f* Giebelkante; *m* Umbiegungskante von *v* in *t*; *p* Brücke.

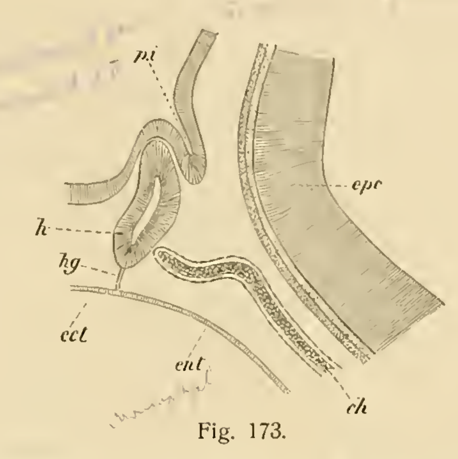


Fig. 173.

Fig. 173. **Entwicklung der Hypophysis beim Kaninchen.** (Von v. Mihalkovics.) 50:1. Medialer Sagittalschnitt durch den Boden des Zwischen- und Hinterhirnes, der Gegend um *hph* Fig. 171 entsprechend. *ect* Ektoderm; *ent* Entoderm; *hg* Hypophysengang; *h* Hypophysenblase; *ch* Chorda dorsalis; *pi* Processus infundibuli; *epc* Boden des Hinterhirnes.

Für das Verständnis der Vorderhirn-Hemisphären ist folgendes von Wichtigkeit.

Das Gehirn eines menschlichen Fetus von $2^1/_2$ Monaten zeigt die in Fig. 174 wiedergegebene äußere Form, während ein solches von 4 Monaten zu dem ansehnlichen Körper von Fig. 175 herangewachsen ist.

An dem jüngeren Gehirn, dessen Hemisphären schon mächtig entwickelt sind, ist gleichwohl das Mittelhirn und natürlich auch das weiter hinten liegende Hirngebiet noch unbedeckt; *c* zeigt das Kleinhirn, *a* das verlängerte Mark. Bei *s* deutet eine leichte Einsenkung die Stelle der späteren

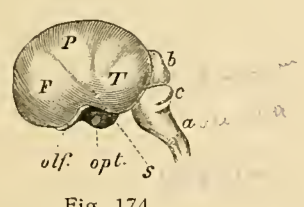


Fig. 174.

Fig. 174. **Gehirn eines menschlichen Fetus aus der Mitte des dritten Monats, von der linken Seite gesehen.** Natürliche Größe. (Nach v. Mihalkovics.)

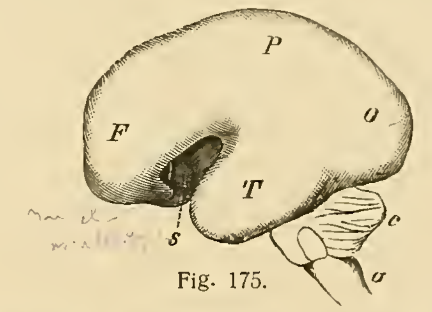


Fig. 175.

F Stirnlappen; *P* Scheitellappen; *T* Schläfenlappen; *a* Medulla oblongata; *b* Mittelhirn (Vierhügel); *c* Cerebellum; *olf* Lobus olfactorius (Riechlappen); *opt* abgeschnittener Sehnerv; *s* Depression der Sylvischen Grube, die Gegend der Insel bezeichnend.

Fig. 175. **Gehirn eines viermonatigen menschlichen Fetus, von der linken Seite gesehen.** (Nach Ecker.) *F* Stirnlappen; *P* Scheitellappen; *T* Schläfenlappen; *O* Hinterhauptlappen; *a* Medulla oblongata; *c* Cerebellum; *s* Sylvische Grube, in deren Tiefe die Insel (schraffiert) gelegen ist.

Sylvischen Grube und die noch unbedeckte Insel an. Ein Occipitalteil der Hemisphäre ist noch nicht entwickelt, wohl aber sind die Gegenden des Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappens (*F*, *P*, *T*) erkennbar. Ventral erscheint (dunkel gehalten) das Trichtergebiet und der Opticus. Am ventralen Ende des Stirnlappens tritt der Riechlappen zutage.

Das viermonatige Gehirn läßt einen besonderen Occipitallappen unterscheiden, doch ist mit Ausnahme der deutlich begrenzten Fossa lateralis die dorso-laterale Hemisphärenfläche noch glatt.

Der Riechlappen steht zu der Insel in deutlicher Beziehung. Um die Insel zieht sich der vorn-unten offene Ringlappen der Hemisphäre. Das Mittelhirn ist bedeckt. Die mediale Wand der Hemisphäre trägt zu dieser Zeit schon eine Reihe tiefer Einschnitte, nämlich die Fissura parieto-occipitalis, calcarina, hippocampi und chorioidea.

An der Hemisphäre eines sechsmonatigen menschlichen Fetus (Fig. 176) sind auf der dorsolateralen Fläche folgende Furchen bemerkbar: die Fossa lateralis (Sylvii) (*s*), der Sulcus centralis (*c*), der Sulcus praecentralis und Sulcus frontalis inferior (f^2), der Sulcus interparietalis (*p*), der Sulcus temporalis superior (t^1), sowie eine bei *io* befindliche Furche, welche als hinteres Ende des Sulcus temporalis inferior sich geltend macht.

Die mediale Fläche der Hemisphäre eines fünfmonatigen Fetus (Fig. 177) enthält den Sulcus cinguli (*cm*), den Sulcus corporis callosi und dessen hintere untere Fortsetzung, die Fissura hippocampi, die Fissura parieto-occipitalis (*po*), die Fissura calcarina (*ca*), die Fissura collateralis im Zusammenhange mit dem Anfangsteil der beiden vorhergenannten Fissuren, die Fissura chorioidea.

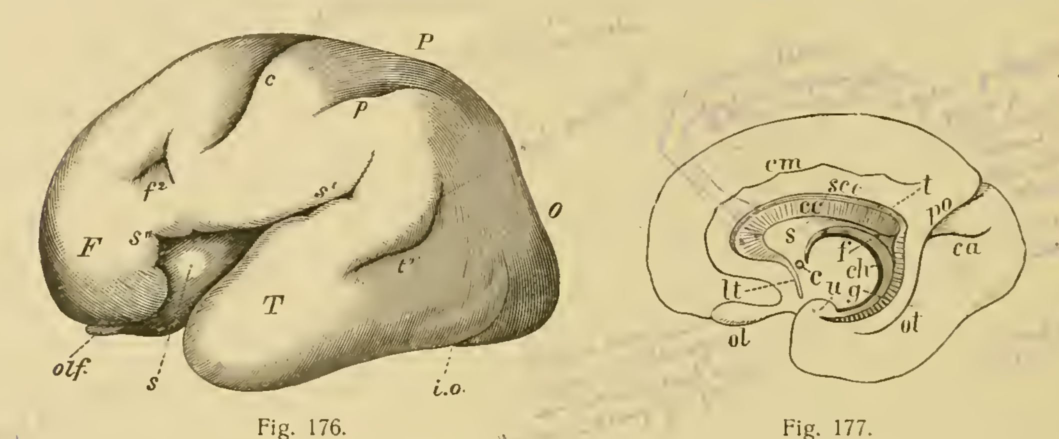


Fig. 176. Fig. 177.

Fig. 176. **Primärfurchen auf der konvexen Fläche der linken Hemisphäre eines sechsmonatigen menschlichen Fetus.** (Nach Ecker.)

F Stirnlappen; *P* Scheitellappen; *T* Schläfenlappen; *O* Hinterhauptlappen; *s* Fossa lateralis, in ihrer Tiefe die Insel; *s'* Ramus posterior fissurae lateralis; *s''* deren Ramus ant. ascendens; *olf* Lobus olfactorius; *c* Sulcus centralis; *p* Sulcus interparietalis; t^1 Sulcus temporalis superior; *i. o.* Incisura praeoccipitalis; f^2 Sulcus frontalis inferior und praecentralis inferior.

Fig. 177. **Mediale Fläche der rechten Hemisphäre eines fünfmonatigen menschlichen Fetus.**

lt Lamina terminalis; *ol* Tractus und Bulbus olfactorius; *cm* Sulcus cinguli; *scc* Sulcus corporis callosi; *cc* Corpus callosum; *s* Septum pellucidum; *t* dorsaler Teil des Randbogens (Fasciola cinerea, später die Stria lateralis des Balkens); *po* Fissura parieto-occipitalis; *ca* Fissura calcarina; *ot* Fissura collateralis; *c* Commissura anterior; *f* Fornix; *ch* Fissura chorioidea; *d* Fascia dentata; *u* Uncus mit Übergang in den Fornix.

(Letztere von den B. N. A. nicht genannt, entspricht der Eintrittsstelle des Plexus chorioideus ventriculi lat.) — Die mediale Wand der Hemisphäre reicht, worauf besonders aufmerksam zu machen ist, von der Mantelkante nicht nur bis zum Balken und bis zur Fissura hippocampi, sondern über diese Grenzen konzentrisch weiter hinaus, bis zur Fissura chorioidea, deren Konkavität die mediale Wand der Hemisphäre abschließt. Demgemäß stellen die Abschnitte Septum pellucidum, Fornix und Fascia dentata Teile der medialen Hemisphärenwand dar. Der Balken begrenzt die mediale Hemisphärenwand nicht, sondern er hat sie zur Zeit seiner Entwicklung durchbrochen, nachdem an der Durchbruchsstelle die Hemisphärenwände vorher miteinander verwachsen waren. Der den Balken dorsal deckende Saum (*t*), Stria longitudinalis lat. genannt (siehe Seite 142) setzt sich am Balkenknie seitlich von der Mitte auch auf dessen ventrale Fläche fort und endigt als sogenannter Pedunculus corporis callosi oder Gyrus subcallosus an der medialen Seite des Trigonum olfactorium (Fig. 133); auf der entgegengesetzten Seite, hinter dem Balkenwulste, zieht sich derselbe Streifen als Fasciola cinerea um den Balkenwulst, dann den Gyrus hippocampi entlang zum Uncus und stellt hier die Fascia dentata dar. Der Gesamtstreifen, vom Trigonum olfactorium über den Balken zum Uncus sich erstreckend, ist nichts anderes als ein rudimentärer Gyrus. Er ist zugleich der äußere Zug einer größeren Abteilung der medialen Hemisphärenfläche, nämlich des embryonalen Randbogens, dessen innerer Zug durch das Septum pellucidum und das Gewölbe gebildet wird. Zwischen dem äußeren und inneren Zuge hat im großen

vorderen Gebiete der Balken seine Lagerstätte gefunden, während hinter dem Balkenwulste der äußere und innere Zug sich berühren. Fig. 137.

Wie man erkennt, sind im sechsten Monat der Fetalzeit nicht allein sämtliche Fissuren, sondern auch die meisten Furchen bereits angelegt.

Schon früher wurde erwähnt, daß Fissuren totale Einfaltungen der Hirnwand darstellen und sich also auch auf der ventrikularen Oberfläche der Hemisphäre ausprägen. Hierher gehören die Fissura chorioidea, Fissura hippocampi, Fissura calcarina, Fissura lateralis, Fissura collateralis, Fissura parieto-occipitalis. Ihre zugehörigen ventrikularen Vorsprünge sind, in der entsprechenden Reihenfolge aufgezählt: die Plica chorioidea (Adergeflechtfalte), der Hippocampus, der Calcar avis, das Corpus striatum, das Trigonum collaterale und die Eminentia collateralis; die Fissura parieto-occipitalis allein hat keinen bleibenden inneren Vorsprung im Gefolge.

Sulci wurden jene Einfaltungen genannt, welche auf die Hirnrinde beschränkt bleiben. Sie sind je nach der Zeit ihrer Entstehung tiefer oder oberflächlicher und werden in primäre, sekundäre und tertiäre Furchen geteilt.

Im Zwischenhirn, Vorderhirn und Hinterhirn kommt es an den früher beschriebenen Stellen zur Ausbildung von sogenannten Adergeflechten, Plexus chorioidei. Es sind dies Gebilde, welche aus gewissen Teilen der Hirnwand und aus der sie deckenden gefäßhaltigen Pia mater hervorgehen, mit anderen Worten aus einer cerebralen und pialen Lamelle bestehen.

Die im Bereich des vierten und dritten Ventrikels vorhandenen Adergeflechte bereiten dem morphologischen Verständnisse keine Schwierigkeiten, wohl aber ist dies der Fall mit den Adergeflechten der beiden Endhirnhemisphären. Deren Entstehung wird nun eingeleitet durch eine von der medialen Hemisphärenwand im Gebiete der Fissura chorioidea gegen den Hohlraum vordringende Falte, Adergeflechtfalte, Plica chorioidea genannt. Zur Erläuterung dient Fig. 179, welche einen Querschnitt durch das Gehirn eines menschlichen Fetus vom Ende des 2. Monats darstellt.

Sieht man zu, welche Vorgänge die Umbildungen der verschiedenen Hirnbläschen herbeiführen, so wird man bald gewahr, daß es dieselben Vorgänge sind, welche die Hirnbläschen selbst zur Entstehung brachten: in erster Linie also örtlich und zeitlich, quantitativ und qualitativ geregelte Wachstumsvorgänge. Die den merkwürdigen Wachstumsvorgängen vorstehenden Kräfte aber fallen zusammen mit denjenigen Kräften, welche die Entwicklung des ganzen Individuum beherrschen. Es bleibt übrig, zusammenzufassen, welche Teile der Hauptabschnitte des Gehirnes je aus der Bodenplatte, der Grund-, Flügel- und Deckplatte des Hirnrohres hervorgehen.

Was die wichtigsten Bestandteile der Wand-, die Grund- und Flügelplatte betrifft, so orientiert hierüber die Fig. 178, in welcher die Grundplatte von der Flügelplatte durch eine gestrichelte Bogenlinie geschieden ist.

Zwei seitliche Längsfurchen zeigen, wie His hervorhebt, frühzeitig die Grenze des ventralen und des dorsalen Teiles des Gehirnrohres: es sind dies die Sulci limitantes. Alle motorischen Kerne der Hirnnerven liegen medial von den Grenzfurchen, die sensiblen Endkerne dagegen lateral davon. Vom Calamus scriptorius verläuft die Grenzfurche jederseits zunächst dem medialen Rande der Ala cinerea entlang zur Fovea superior, die nach Henle ein Stückchen unausgefüllten Bodens vorstellt. Im Mittelhirn sind die Grenzfurchen der ganzen Länge nach vorhanden. Sie setzen sich dann als Sulci hypothalamici (s. Monroi) fort, die jederseits im Recessus opticus auslaufen. Auf diese Grenzfurche also bezieht sich die gestrichelte Bogenlinie der Fig. 178.

Der Nucleus olivaris inf. und seine Verwandten (siehe unten), im ausgebildeten Gehirn tief ventral gelegen, geht jedoch aus einer in die Tiefe dringenden Wucherung der Flügelplatte hervor (His).

Endlich ist hier noch der Hirnaxe und der Stammesverwandtschaft des Hirnbaues zu gedenken.

1. Hirnaxe. v. Baer hatte sie im Trichter gesucht; W. His läßt sie an der Lamina terminalis, v. Kupffer im Recessus neuroporicus endigen. Burkhardt gibt aus ontogenetischen und vergleichend-anatomischen Gründen der Kupfferschen Auffassung den Vorzug, desgleichen L. Neumayer.

Der vordere Endpunkt der Lichtungsaxe des Hirnrohres läuft (nach Kupffer) in dem vorderen Neuroporus aus. Nach Verschluß des Porus fällt dieser Punkt zusammen mit dem vorderen Endpunkte der dorsalen Hirnwand, mit der Grenze zwischen Decke und Vorderwand (Lamina terminalis) des Gehirns.

Kupffer unterscheidet zunächst eine Zweiteilung des Hirnes in das Vor- und Nachhirn. Ersteres gliedert sich bei den Amnioten in das Vorder- und Mittelhirn. Hieraus ergibt sich die definitive Dreigliederung in die drei Hirnbläschen der älteren Embryologie. Bei Amphioxus ist die Zweigliederung der bleibende Zustand. Die vordere Wand des Vorderhirnes ist die Lamina terminalis.

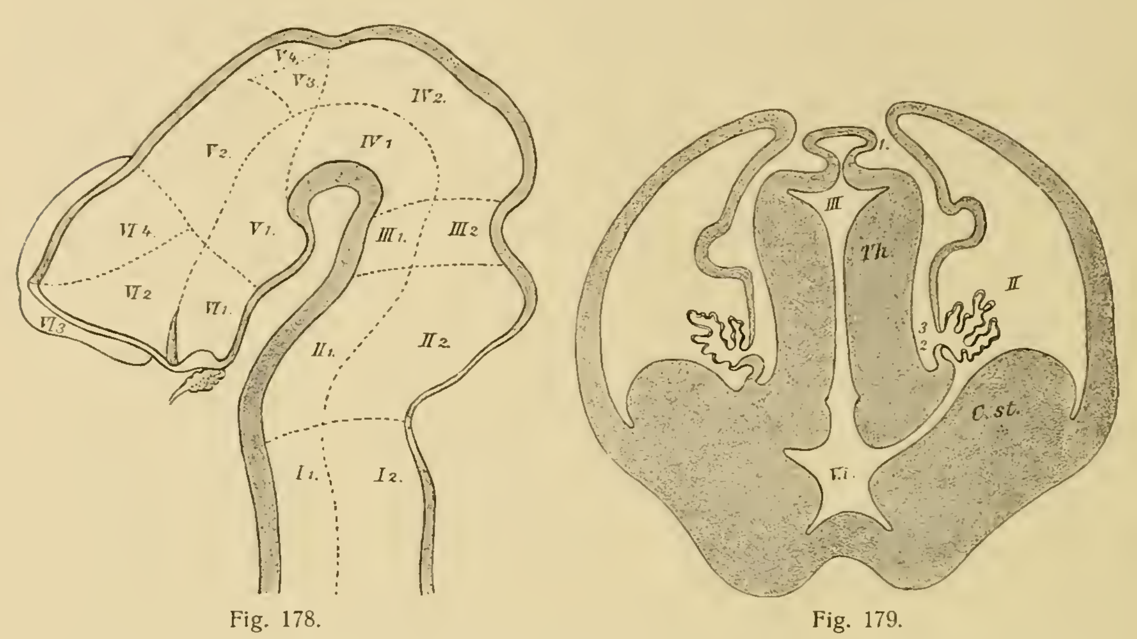


Fig. 178. Fig. 179.

Fig. 178. **Medianschnitt durch das Gehirn eines menschlichen Fetus vom Ende des ersten Monates mit eingezeichneten Feldern.** (W. His.)
I. Myelencephalon: 1 Pars ventralis; 2 Pars dorsalis. II. Metencephalon: 1 Pons; 2 Cerebellum. III. Isthmus: 1 Pedunculi cerebri; 2 Brachia conjunctiva, Vel. med. ant. IV. Mesencephalon: 1 Pedunculi cerebri; 2 Corpora quadrigemina. V. Diencephalon: 1 Pars mamillaris hypothalami; 2 Thalamus; 3 Metathalamus; 4 Epithalamus. VI. Telencephalon: 1 Pars optica hypothalami; 2 Corpus striatum; 3 Rhinencephalon; 4 Pallium.

Fig. 179. **Querschnitt durch das Gehirn eines menschlichen Fetus am Ende des zweiten Monates.** (W. His.) *II* Ventriculus lateralis; *III* Ventriculus tertius; *Th* Thalamus; *C.st.* Corpus striatum; *V.i.* Ventriculus impar. 1 Taenia thalami; 2 Taenia chorioidea; 3 Taenia fornicis. Auf der einen Seite des Schnittes sind Thalamus und Corpus striatum noch voneinander getrennt, auf der anderen dagegen verbunden.

Das Großhirn (d. i. das Telencephalon der oben angenommenen Nomenklatur) ist dagegen ein Erzeugnis der dorsalen Gegend des Vorderhirnes, woran Deckplatte und Seitenwände sich beteiligen; es ist in Wirklichkeit gar kein Endhirn, kein Telencephalon in embryologischem Sinne, kein rostral-terminales Gebilde, sondern ein dorsales Erzeugnis. Neumayer in einer die Anschauungsweise Kupffers bestätigenden Arbeit über die Entwickelung des Schafhirnes schlägt daher den Namen Sphärencephalon für Telencephalon vor. Siehe Fig. 178.

10. Feinerer Bau des Gehirnes.

a) Die Rinde des Endhirnes.

1. Gemeinsame Charaktere im Bau der Endhirnrinde. Fig. 180.

In der grauen Substanz der Großhirnrinde liegen Nervenzellen und Nervenfasern in bestimmter regelmäßiger Anordnung. Die Lage der einen bedingt die der anderen, doch ist es zweckmäßig, zunächst nur die Fasern und dann in Beziehung auf diese die Schichtung der Zellen zu betrachten.

Von der weißen Substanz ziehen in die graue Rinde Bündel von Nervenfasern, Markstrahlen oder radiäre Bündel genannt. Sie werden nach der Peripherie allmählich dünner und sind (als Bündel) in der äußeren Zone der grauen

Substanz nicht mehr vorhanden. So kann man eine äußere Hauptzone und eine innere Hauptzone unterscheiden. Die Grenze beider ist die Stelle, an welcher die Markstrahlen nicht mehr zu erkennen sind. Allerdings befinden sich auch in der äußeren Hauptzone radiär verlaufende Fasern, sie liegen aber nicht in Bündel zusammen.

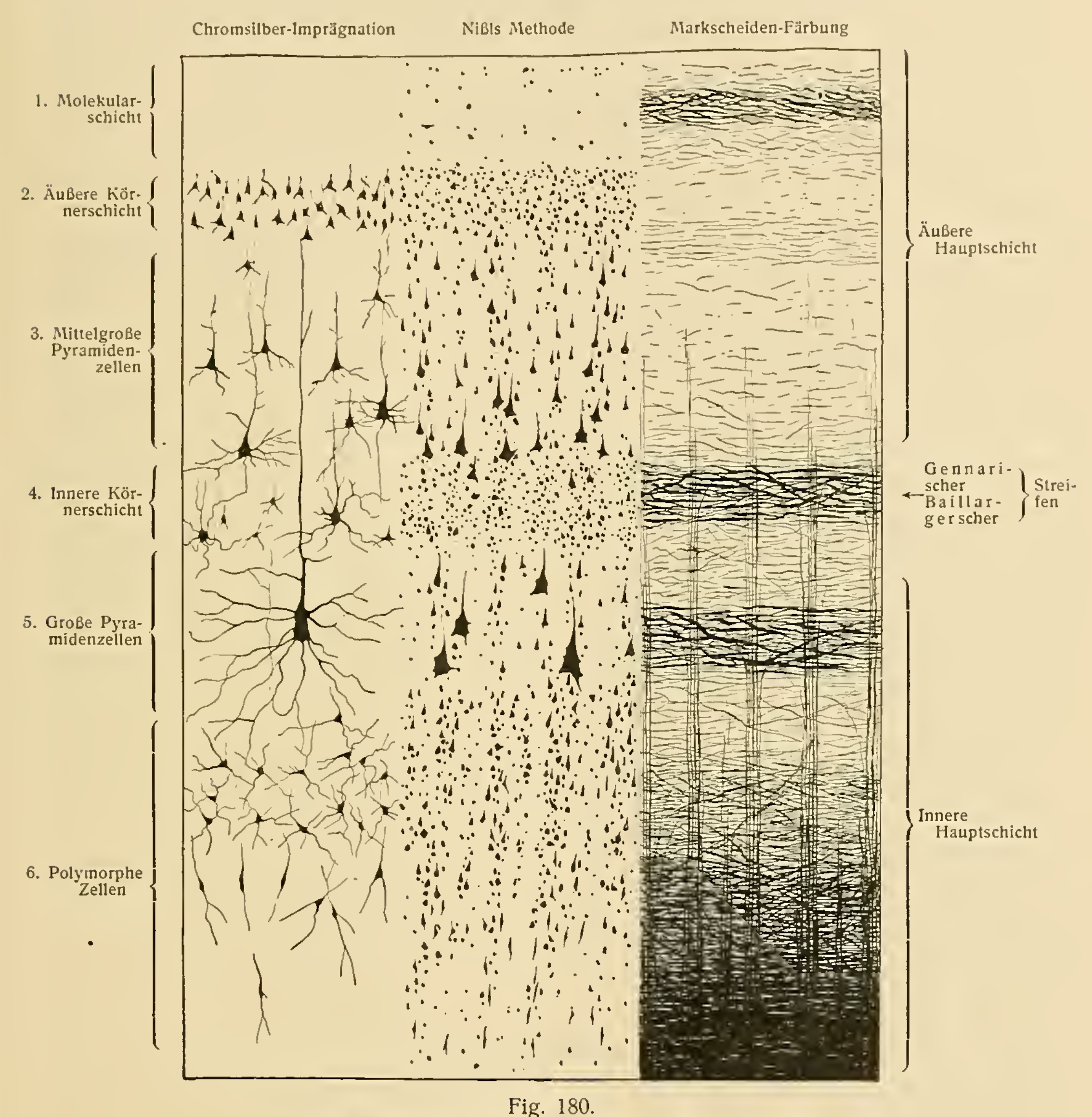


Fig. 180.

Bau der Endhirnrinde des Menschen. (Schema nach Brodmann.)

Quer zu den Markstrahlen, also parallel zur Oberfläche ziehen zahlreiche Nervenfasern, welche sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen, spärlicher in der äußeren, reichlicher in der inneren Hauptzone vorhanden sind. Im Bereich der letzteren bezeichnet man sie als interradiäres Flechtwerk, innerhalb der äußeren Hauptzone bilden sie das superradiäre Flechtwerk. An zwei Stellen findet eine dichtere Anhäufung dieser Fasern statt: innerhalb der äußersten Schicht

der grauen Rinde, wo sie als äußere Tangentialfasern bezeichnet werden, und an der Grenze der beiden Hauptzonen, wo das interradiäre Flechtwerk den an dicken Schnitten deutlichen Gennarischen (Baillargerschen) Streifen bildet.

Die Nervenzellen der Großhirnrinde, ihrer Form wegen Pyramidenzellen oder kurz Pyramiden genannt, liegen zwischen den beschriebenen Bündeln und Geflechten der Nervenfasern. Sie sind von verschiedener Größe, mehr oder weniger regelmäßiger Form und liegen bald dichter, bald lockerer zusammen. Indem nun innerhalb verschiedener Schichten der grauen Rinde Zellformen derselben Art in bestimmter Weise angeordnet liegen, entsteht eine der Oberfläche parallele Schichtung. Sie ist an den einzelnen Stellen der Großhirnoberfläche mehr oder weniger verschieden, kann aber auf einen sechsschichtigen Grundtypus (Brodmann) zurückgeführt werden.

Wir betrachten zunächst den Grundtypus und die Beziehungen seiner Schichten zu den Nervenfasern; die Abweichungen finden in dem folgenden Kapitel eine eingehende Darstellung.

Die äußere, dicht unter der Pia mater befindliche Schicht ist arm an Nervenzellen, aber reich an Neurogliazellen; sie wird als 1. Molekularschicht bezeichnet und enthält die äußeren Tangentialfasern. Es folgen eine Lage kleiner Pyramidenzellen als 2. äußere Körnerschicht und eine Schicht mittelgroßer Pyramidenzellen als 3. Pyramidenschicht; im Bereiche des Gennarischen Streifens befindet sich als 4. innere Körnerschicht eine Lage kleiner Pyramidenzellen und dann folgen im Gebiet der Markstrahlen 5. die Schicht der tiefen großen Pyramidenzellen und 6. die Schicht der polymorphen Zellen.

Über die Gestalt der Zellen, das feinere Verhalten der Nervenfasern und der Kollateralen ist folgendes zu sagen.

Die Nervenzellen der Hirnrinde besitzen zum weitaus überwiegenden Teil eine mehr oder weniger ausgesprochene Pyramidenform, und werden daher Pyramidenzellen genannt; sie bilden den am meisten charakteristischen Bestandteil der Rinde. Ihre Größe ist verschieden. Die kleinsten haben einen Basisdurchmesser von 7, die größten (Riesenpyramidenzellen des Gyrus centralis ant.) einen solchen von 40 bis 80 μ. Sie haben drei und mehr Seitenflächen, eine dem Mark zugewendete Basis und eine langausgezogene Spitze, Spitzen- oder Hauptfortsatz genannt, welcher gegen die äußere Oberfläche verläuft. Der Spitzenfortsatz gibt seitlich dünne Äste ab, verschmälert sich und löst sich endlich in feine Reiser auf. Von den Ecken der Basis entspringen ebenfalls 3—5 verästelte Fortsätze, seitliche Basalfortsätze; von der Mitte der Basis geht dagegen der Nervenfortsatz, mittlerer Basalfortsatz aus; er wird zum Axenzylinder einer radiär zur Markleiste ziehenden Nervenfaser, während die übrigen Fortsätze Dendritenfortsätze darstellen. Der Spitzenfortsatz zeichnet sich noch dadurch aus, daß er selbst, sowie seine Nebenästchen, von unzähligen dicht aufeinander folgenden feinen und kurzen Stäbchen besetzt ist, die mit einem Kölbchen endigen (Fig. 181, 5). Der Nervenfortsatz gibt Seitenzweige ab, welche in Nervenfasern übergehen können. Der Kern der Pyramidenzellen ist ellipsoidisch und hat ein deutliches Kernkörperchen. Der Körper, besonders der größeren Zellen, ist gelblich pigmentiert.

Die äußere Tangentialfaserschicht enthält zahlreiche, meist tangential verlaufende Nervenfasern und eine besondere Art von Zellen, Cajalsche Zellen. Es sind unregelmäßig gestaltete multipolare Zellen, deren lange Ausläufer in der Richtung der Tangentialfasern verlaufen (Fig. 181, 2, 182). Sie besitzen mehrere Neuriten. In dieselbe Schicht treten zweitens Neuriten kleiner Pyramidenzellen aus den nächstfolgenden Schichten, drittens ziehen dicke, meist von Markscheiden umgebene Nervenfasern (Fig. 198, E.) hinein, welche aus dem Marklager stammen, auf ihrem Wege Äste abgeben, und auch in der Tangentialfaserschicht selbst sich noch verzweigen. Sie stammen aus Fernzellen und werden als Fern-Fasern bezeichnet. Viertens endigen hier die am meisten peripheren dichten Endausbreitungen der Pyramidenzellen der inneren Hauptzone.

Die Neuriten der Pyramidenzellen geben zahlreiche Nebenästchen ab und ziehen gegen die Marksubstanz. In der Nähe der letzteren teilen sich viele Neuriten in einen horizontalen und in einen kaudalen oder absteigenden Ast.

Fig. 181.

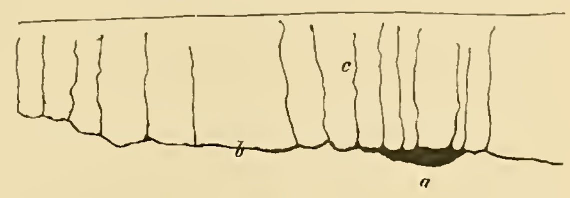


Fig. 182.

Cajalsche Nervenzelle aus der oberflächlichen Schicht der Großhirnrinde eines Katzenfetus. (G. Retzius.)

a Zellkörper; *b* Protoplasmafortsatz; *c* Nervenfortsätze.

Fig. 181. **Zellformen der Endhirnrinde** (Chromsilber-Imprägnation. Nach Cajal.)

1 Tangentialfaserschicht; 2 Cajalsche Zelle; 3 kleine Pyramidenzelle, die ihren Neuriten (*n*) in die Tangentialfaserschicht sendet; 4 kleine Pyramidenzelle, die ihren Neuriten (*n*) einwärts sendet; 5 große Pyramidenzelle mit ihrem Spitzenfortsatz, den lateralen und dem mittleren Basalfortsatz; der letztere zieht zur Marksubstanz und gibt Kollateralen ab; 6, 6 verzweigter Neurit einer Fernzelle; 7, 8 polymorphe Zellen; 7 sendet ihren Neuriten gegen die freie Fläche, 8 ist eine Cellula axiramificata oder Golgische Zelle des II. Typus mit vielverästeltem, aufgelösten Neuriten; 9 weiße Substanz.

In der jetzt folgenden Schicht der polymorphen Ganglienzellen befinden sich zahlreiche Zellen von dreieckiger und kurzpyramidaler Form, welche sich bezüglich ihrer weniger zahlreichen Ausläufer den vorigen anschließen. In derselben Schicht kommen ferner zahlreiche, multipolare Zellen (Fig. 181, 8) vor, welche dem Golgischen II. Typus entsprechen und oben Cellulae axi-ramificatae genannt worden sind; ihre Neuriten können nach den verschiedensten Richtungen sich wenden, zerfallen aber bald in ein reiches Geäst von Fäserchen, die alle frei endigen. In geringerer Zahl kommen Zellen derselben Art in allen übrigen Schichten vor; sie scheinen, wo immer sie auftreten, besonders geeignet, verschiedene Zellgebiete in besonderer Weise physiologisch miteinander zu verknüpfen.

Bezieht man das superradiäre, das interradiäre Flechtwerk und den Gen-

narischen Streifen auf bestimmte Zellen, so scheinen die in ersteren enthaltenen markhaltigen Nervenfasern von Fernzellen zu stammen, mag diese Ferne eine mehr oder weniger entlegene sein. Der Gennarische Streifen scheint größtenteils von Kollateralen der Pyramidenzellen-Neuriten gebildet zu werden. Das Gleiche gilt von dem interradiären Plexus, wobei auch die Beimischung der Neuritenäste der Cellulae axi-ramificatae eine Rolle spielt.

Die Neurogliazellen der Großhirnrinde sind Langstrahler und Kurzstrahler (siehe Abt. I, Fig. 214, 215). Erstere kommen hauptsächlich in der weißen Substanz vor, letztere sind wesentlich in der grauen Substanz vorhanden. Häufig findet man in der Nähe der Pyramidenzellen eine größere Anzahl von Gliazellen.

2. Örtliche Verschiedenheiten im Bau der Großhirnrinde.

Dem Vorkommen von örtlichen Verschiedenheiten im Bau der Endhirnrinde hat man begreiflicherweise ein besonderes Interesse zugewendet.

Bedeutende Unterschiede sind schon früher nachgewiesen im Lobulus paracentralis, in der Umgebung der Fissura calcarina, im Septum pellucidum, im Gyrus hippocampi, im Hippocampus, in der Fascia dentata, im Lobus olfactorius, in der teilweise zu ihm gehörigen Substantia perforata anterior, in der Inselrinde usw.

Neuere umfassende Untersuchungen von Brodmann haben eine überraschende Mannigfaltigkeit des zelligen Aufbaues, Cytoarchitektonik, an zahlreichen Punkten der Großhirnrinde festgestellt.

Dieser Autor unterscheidet gegen 50 verschiedene Felder, Rindenfelder oder Areae genannt, welche zum großen Teil auf den ursprünglich sechsschichtigen Typus (S. 176) zurückzuführen, und aus ihm unter Erhaltung oder durch Vermehrung oder Verminderung der Schichten hervorgegangen sind.

Eine Ausnahme davon sind gewisse „rudimentäre" Rindengebiete (Rhinencephalon, Teile des Gyrus cinguli), bei denen eine sechsschichtige fetale Stufe nicht nachweisbar, oder noch nicht nachgewiesen ist.

Die Verschiedenheiten des Baues der einzelnen Rindenfelder entstehen aus dem Grundtypus durch Veränderung der Zahl und der Ausbildung der Einzelschichten oder durch Änderung der Dichtigkeit und Größe der zelligen Elemente auf dem Gesamtquerschnitt und innerhalb einzelner Schichten oder durch Ausbildung bestimmter Zellformen oder durch Veränderung der Breite der Gesamtrinde und das relative Breitenverhältnis der verschiedenen Schichten zueinander. (Man vergleiche die Fig. 184, 185, 186, welche bei derselben Vergrößerung verschiedene Areae darstellen.)

Jede einzelne Schichtungsart ist beschränkt auf das betreffende Rindenfeld. Die Grenzen benachbarter Felder sind teils linearscharf, teils sind allmähliche Übergänge vorhanden; sie entsprechen mit wenigen Ausnahmen meist nicht genau den Furchen.

Einstweilen hat Brodmann nur die Grenzen der verschiedenen Rindenfelder angegeben (Fig. 192, 193) und erst von einer kleineren Zahl der Felder den feineren Bau beschrieben. Deshalb kann zunächst nur ein allgemeiner Überblick über diese wichtigen Tatsachen gegeben werden.

Interessant und bedeutungsvoll ist die auch schon von anderen Untersuchern erkannte und hervorgehobene Feststellung, daß eine Anzahl der anatomisch unterschiedenen Rindenfelder ganz oder annähernd mit physiologisch bestimmten Zonen, den sogenannten psychischen Zentren, mehr oder weniger genau übereinstimmen. So ist es der Fall bei den motorischen Zentren, welche im Gyrus centralis anterior sich befinden und übereinstimmen mit dem Riesenpyramidentypus (Feld 4, Fig. 192, 193) und bei den sensiblen Zentren, welche im Gyrus centralis posterior liegen und den Rindenfeldern 1, 2, 3 entsprechen (Fig. 192, 193). Das Sprachzentrum, das Brocasche Feld, entspricht den Rindenfeldern 44, 45 (Fig. 192), das Zentrum des Sprachverständnisses, die Wernickesche Stelle, den Feldern 41, 42 (Fig. 192). Die Sehsphäre stimmt überein mit dem anatomisch abgegrenzten Calcarinatypus, welcher auch als Area striata bezeichnet wird (Feld 17, Fig. 193). Vergleiche die Fig. 152, 153 mit den Fig. 250, 251.

Auf Grund dieser auffallenden Übereinstimmung des anatomischen Baues mit der Funktion darf man wohl als wahrscheinlich annehmen, daß auch den anderen anatomisch abgegrenzten Rindenfeldern bestimmte und verschiedene Funktionen zukommen. Es liegt hier noch ein großes Gebiet der physiologischen Forschung. (Brodmann: Beiträge zur histologischen Lokalisation der Großhirnrinde. VII. Mitteilung. Journ. Psychol. u. Neurol. Bd. X, 1908).

Eine Anzahl benachbarter Areae zeigt gewisse gemeinsame Charaktere, man kann sie demnach zusammenfassen zu Hauptregionen, Regiones. Brodmann unterscheidet 11 solcher Regionen (Fig. 152, 153) und innerhalb einiger noch Unterregionen.

1. Regio praecentralis. Sie umfaßt die vordere Zentralwindung, die vorderen beiden Drittel des Lobulus paracentralis und einen angrenzenden Teil der oberen und der mittleren Stirnwindung. — Sie besitzt eine zurückgebildete innere Körnerschicht (Fig. 183) und die sogenannten Betzschen Riesenpyramidenzellen (Fig. 183, 184). Man bezeichnet deswegen die Schichtungsart als Riesenpyramidentypus.

2. Regio retrocentralis entspricht der hinteren Zentralwindung und dem vorderen Drittel des Operculum. — Sie enthält im Gegensatz zur Regio praecentralis eine wohlbegrenzte innere Körnerschicht aber keine Riesenpyramidenzellen.



Fig. 183.

Zellenschichten der Regio praecentralis und der Regio retrocentralis des erwachsenen Menschen. 20:1. (Nach Brodmann.) Die Pfeile bezeichnen die Grenze und zugleich die Tiefe des Sulcus centralis.

3. Regio frontalis umfaßt das Gebiet des Stirnlappens mit Ausnahme des von der Regio praecentralis eingenommenen Gebietes und des Gyrus cinguli. — Sie besitzt eine deutliche innere Körnerschicht.

Als besondere Unterabteilung kann die Subregio frontalis inferior abgegrenzt werden, die ungefähr der unteren Stirnwindung entspricht.

4. Regio insularis entspricht im wesentlichen der Insel, dehnt sich aber auf die benachbarten Teile der Endhirnrinde aus. — Das Hauptmerkmal ihrer Zellenschichtung besteht in der Dreiteilung der polymorphen Zellenschicht, indem von dieser durch eine tangentiale Faserschicht, Capsula extrema, eine innerste Zellenlage abgegrenzt wird, die sich zum Claustrum umbildet. Ein Unterschied zwischen dem vorderen und dem hinteren Abschnitt der Insel wird bedingt durch das Verhalten der inneren Körnerschicht, welche im hinteren Abschnitt dauernd erhalten bleibt, während sie sich im vorderen und im basalen Teil zurückbildet.

5. Regio parietalis deckt sich im großen und ganzen mit dem Lobus parietalis, doch gehört noch dazu das hintere Drittel des Lobulus paracentralis. — Die Sechsschichtigkeit der Rinde

bleibt hier dauernd erhalten. Nur ein Teil dieser Region, die Area praeparietalis (Fig. 152, 153) hat als besonderes Merkmal außerordentlich große Zellen in der Schicht der großen Pyramidenzellen.

6. Regio occipitalis umfaßt den ganzen Hinterhauptlappen; die Grenzen gegen die benachbarten Regionen sind unbestimmt. — Sie zeigt im allgemeinen sehr gut ausgebildete Sechsschichtigkeit (Fig. 185). Eine Ausnahme macht die Area striata, die Sehrinde, welche acht Zellschichten aufweist; ihre Schichtungsart wird als Calcarinatypus bezeichnet. Die Vermehrung der Schichten ist bedingt durch eine Dreiteilung der inneren Körnerschicht. Fig. 186.

Die Ausdehnung der Area striata entspricht demjenigen Teil der Hirnrinde, welcher die Wände der Fissura calcarina bildet; sie reicht nur wenig weit in die nähere Umgebung dieser Fissur. Über den Hinterhauptpol reicht sie nur wenig, in manchen

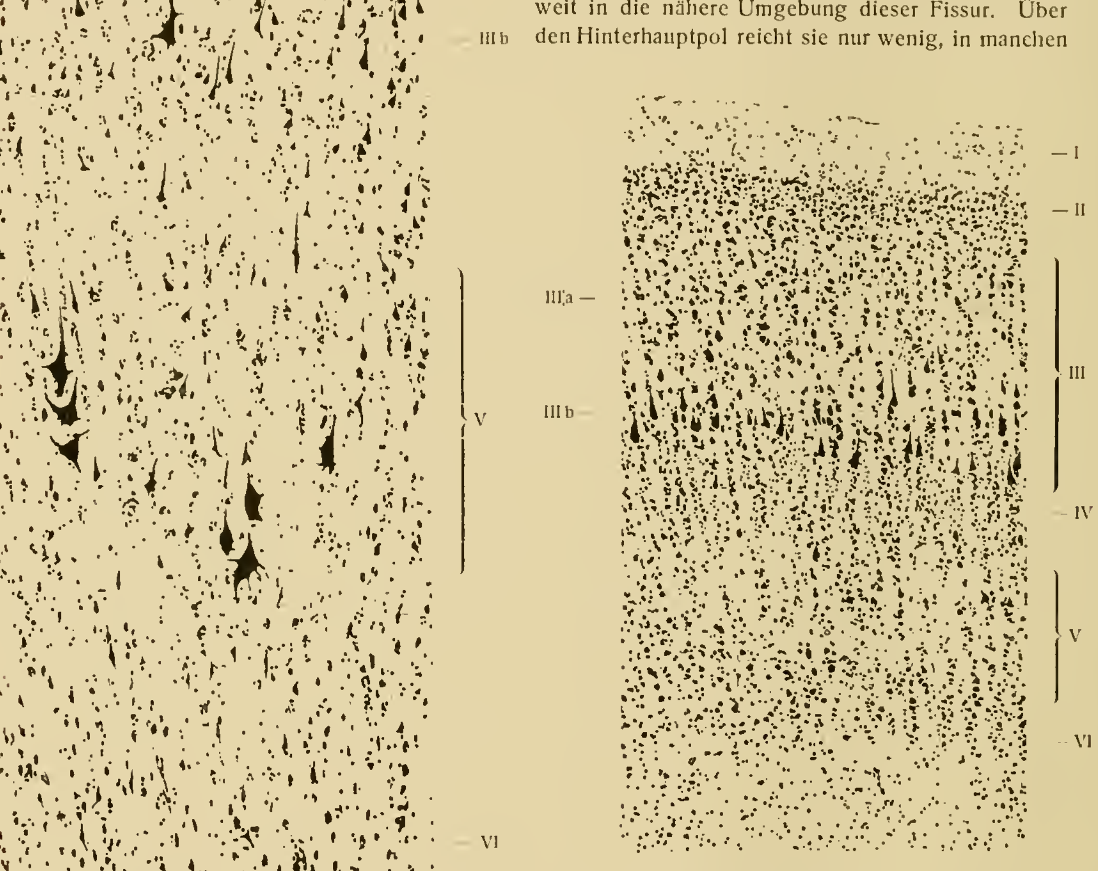


Fig. 185.

Fig. 185. **Zellenschichten der Regio occipitalis** des erwachsenen Menschen. 66 : 1. (Nach Brodmann.)

Fig. 184.

Fig. 184. **Riesenpyramidenzellen (Betz) in der Regio praecentralis** des erwachsenen Menschen. 66 : 1. (Nach Brodmann.

Fällen gar nicht, auf die laterale Oberfläche der Endhirnhemisphäre. Sie entspricht im wesentlichen dem Sehzentrum (vergl. Fig. 152, 153 mit Fig. 250, 251).

Bei manchen außereuropäischen Rassen (Sudanesen, Herero, Javaner) haben E. Smith und Brodmann eine große Ausdehnung der Area striata auf die laterale Oberfläche nachgewiesen. Diese Rassen verhalten sich darin ähnlich wie die anthropoiden Affen.

Der Gennarische Streifen ist im Bereich der Area striata so stark ausgebildet, daß er leicht

mit freiem Auge gesehen werden kann; er ist hier unter dem Namen Vicq d'Azyrscher Streifen bekannt. Fig. 131, 187.

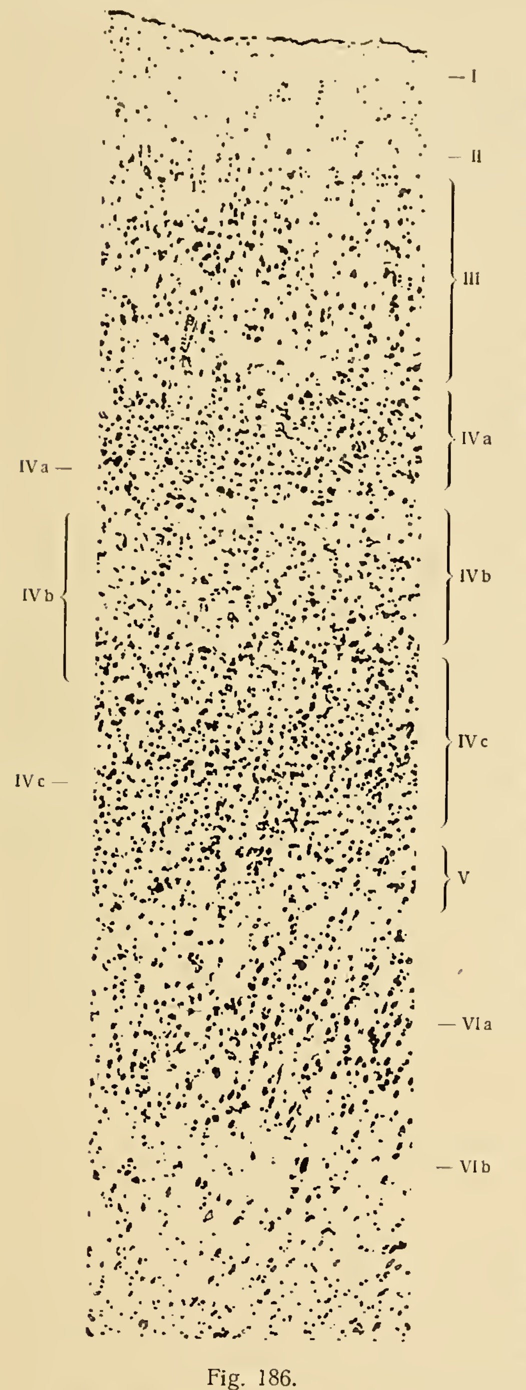


Fig. 186.

Fig. 186. **Die 8 Zellenschichten der Area striata, Calcarinatypus** des erwachsenen Menschen. 66 : 1. (Nach Brodmann.)

7. Regio temporalis erstreckt sich über den Schläfenlappen mit Ausnahme des Gyrus hippocampi. — Sie zeigt abgesehen von den Areae 35, 36 (Fig. 193) eine sechsschichtige Rinde. Durch einen besonderen Bau namentlich inbezug auf die Fasern ist nur die Regio supratemporalis (Fig. 152) ausgezeichnet, welche dem akustischen Sprachzentrum (Fig. 250) entspricht.

8. Regio cingularis begreift das Gebiet des Gyrus cinguli mit Ausnahme des hinter dem Balkenwulst gelegenen Gebietes, welches die besondere Regio retrosplenialis bildet. — Der Zellenschichtung nach kann die Regio cingularis anterior mit typischer Sechsschichtung und einer geschlossenen inneren Körnerschicht unterschieden werden von der Regio cingularis posterior, welche keine innere Körnerschicht hat.

9. Regio retrosplenialis ist derjenige Teil des Gyrus cinguli, welcher hinter dem Balkenwulst liegt. Die Schichtenzahl dieser Region ist vermindert, die Grenzen der vorhandenen Schichten sind sehr unscharf. Die Reduktion betrifft die Schichten II—IV.

10. Regio hippocampica umfaßt den Gyrus hippocampi. Hier ist das äußere Nervenfasergeflecht sehr stark ausgebildet und als Substantia reticularis alba bereits erwähnt worden. Dieselbe stammt vor allem aus Fasern der weißen Substanz, welche in feinen Bündeln bis zur Oberfläche gelangen und hier zumeist der Länge nach verlaufen. Die Zellenschichtung weicht erheblich von dem Grundtypus ab. Genaueres darüber ist noch nicht beschrieben.

Im Anschluß an diese Region kann der Bau des Hippocampus geschildert werden.



Fig. 187.

Fig. 187. **Durchschnitt durch die graue Rinde des Endhirnes in der Umgebung der Fissura calcarina** (*f. ca*). 1 : 1. Die graue Rinde ist durch einen weißen Streifen, den Vicq d'Azyrschen (= Gennarischen) Streifen, ausgezeichnet, welche der inneren Oberfläche der grauen Rinde näher liegt als der äußeren.

Auch die Hippocampus-Formation besteht aus grauer und weißer Substanz. Die Substantia reticularis alba des Gyrus hippocampi setzt sich, indem sie teilweise eine tiefere Lage ein-

nimmt, auf die Konkavität des Hippocampus fort und wird hier Lamina medullaris involuta oder Kernblatt genannt. Schaffer unterscheidet am Hippocampus der Säugetiere (Kaninchen und Schwein) folgende Schichten Fig. 188:

1. Alveus; 2. Schicht der polymorphen Zellen, a) fusiforme Zellen, b) polygonale Zellen; 3. Schicht der großen Pyramidenzellen; 4. Schicht der kleinen Pyramidenzellen; 5. Zellenarme Schicht — kugelige und spindelförmige Elemente.

Gleich Cajal fand Schaffer ferner Nervenzellen mit aufsteigendem Neuriten und Cellulae axiramificatae, d. i. Zellen des II. Typus von Golgi. Hieraus ergibt sich eine wesentliche Analogie der Hippocampusformation mit der typischen Hirnrinde, wie es kaum anders erwartet werden kann, wenn man bedenkt, daß der Hippocampus die Fortsetzung der Rinde des Gyrus hippocampi darstellt. Der einzige Unterschied besteht darin, daß im Hippocampus zwei Schichten von Pyramidenzellen dicht aneinandergerückt, die Schicht der kleinen Pyramidenzellen vielmehr in jene der

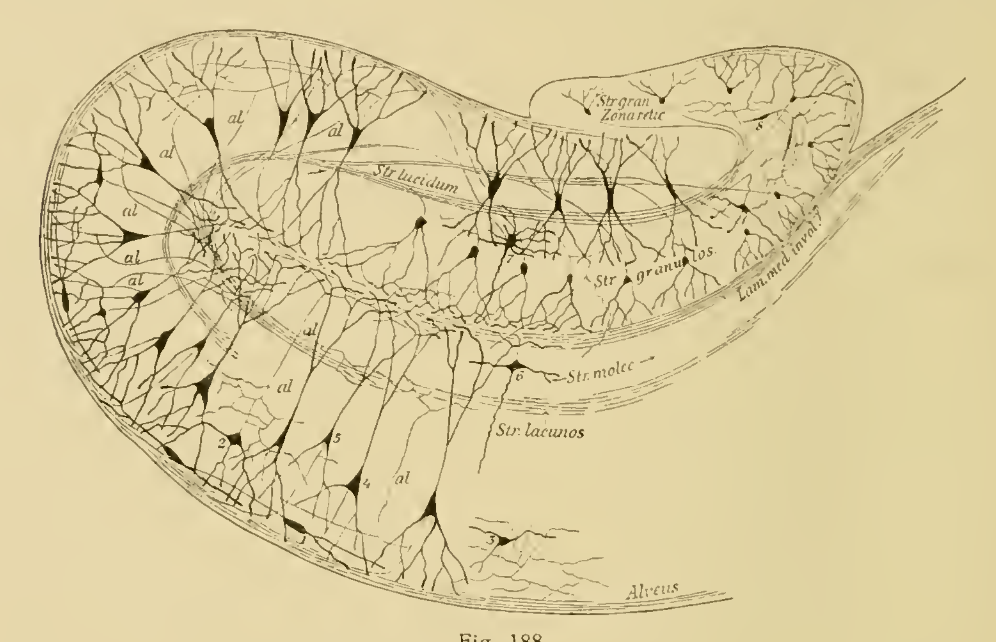


Fig. 188.

Schema des Hippocampus. (K. Schaffer.)

C Stelle der Rindeneinrollung. 1 fusiforme, 2 polymorphe, 3 Golgische Nervenzelle; 4 Riesenpyramidenzelle; 5 kleine Pyramidenzelle; 6 Nervenzelle der molekularen Schicht; *al* aufsteigende Kollateralen der Pyramidenzellen, welche (zum Teil auch jene der polymorphen Zellen) sämtlich in das Stratum lacunosum übergehen; 7 polygonale Nervenzellen der Fascia dentata; 8 fusiforme Zellen desselben.

großen hinabgerückt erscheint; dadurch kommt ein ausgesprochenes Stratum radiatum zustande. Der Hippocampus ist daher einer typisch gebauten, gleichsam komprimierten Rinde zu vergleichen.

Hirnrinde und Hippocampusrinde zeigen hiernach folgende einander entsprechende Schichten (Schaffer):

1. Die zellenarme oder molekulare Schicht faßt in sich die Tangentialfasern, d. h. die Lamina medullaris involuta, die kugeligen und spindeligen Nervenzellen. 2. Schicht der kleinen Pyramidenzellen, über welcher das dem Gennarischen Streifen entsprechende Stratum lacunosum liegt. 3. Schicht der großen Pyramidenzellen. Dadurch, daß im Hippocampus die kleinen Pyramidenzellen auf die großen hinabgerückt sind, entsteht eine zellenarme Zwischenschicht, das Stratum radiatum. 4. Körnerschicht oder Schicht der kleinen unregelmäßigen Nervenzellen: ihr entsprechen die polymorphen subpyramidalen Zellen. 5. Schicht der Spindelzellen; ihr entsprechen jene gestreckten Zellen, welche unmittelbar über dem Alveus liegen. 6. Das Marklager aber (Windungsmark, Markleiste) und der Alveus bilden als entsprechende Teile den inneren Abschluß.

II. Regio olfactoria. Zu ihr gehören Bulbus, Tractus und Trigonum olfactorium, die Substantia perforata ant., das Tuberculum olfactorium.

a) Der Bulbus olfactorius. (Fig. 189—191.) Das Mark des Bulbus liegt exzentrisch, besteht aber ebenfalls aus einer dorsalen und einer ventralen Platte, welche randwärts ineinander

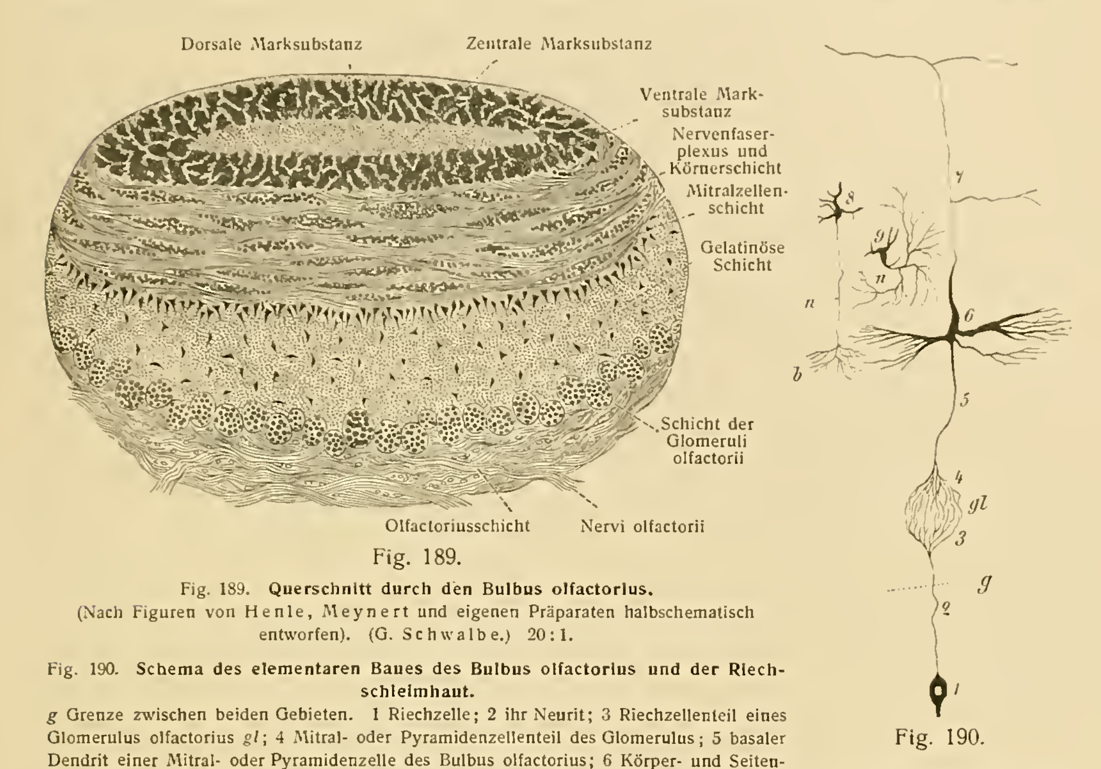


Fig. 189.

Fig. 189. **Querschnitt durch den Bulbus olfactorius.** (Nach Figuren von Henle, Meynert und eigenen Präparaten halbschematisch entworfen). (G. Schwalbe.) 20:1.

Fig. 190.

Fig. 190. **Schema des elementaren Baues des Bulbus olfactorius und der Riechschleimhaut.**
g Grenze zwischen beiden Gebieten. 1 Riechzelle; 2 ihr Neurit; 3 Riechzellenteil eines Glomerulus olfactorius *gl*; 4 Mitral- oder Pyramidenzellenteil des Glomerulus; 5 basaler Dendrit einer Mitral- oder Pyramidenzelle des Bulbus olfactorius; 6 Körper- und Seitenfortsätze einer Mitral- oder Pyramidenzelle des Bulbus olfactorius; 7 Neurit der letzteren Zelle mit Kollateralen 8 Nervenzelle des Bulbus mit peripher ziehendem, in ein Endbäumchen auslaufenden Neuriten; 9 Cellula axi-ramificata des Bulbus. (Cajal.)

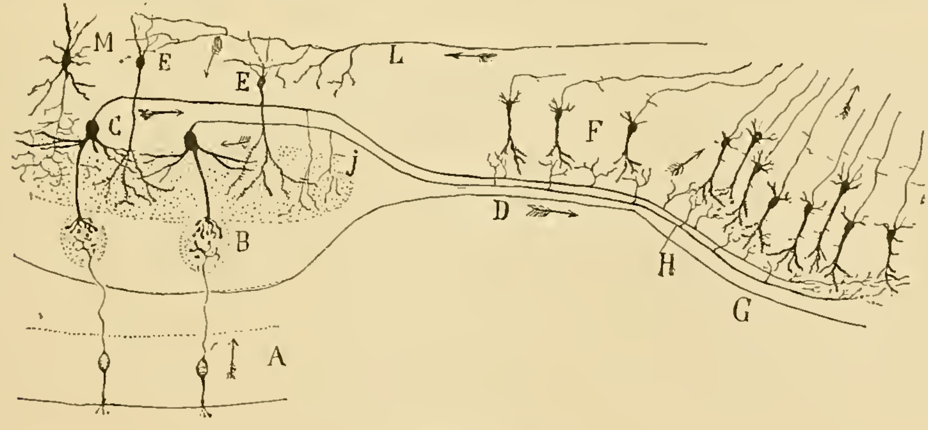


Fig. 191.

Schema des Baues von Bulbus und Tractus olfactorius. (Cajal.)

A Riechschleimhaut; *B* Glomeruli olfactorii des Bulbus olfactorius; *C* Mitralzellen; *D* Tractus olfactorius; *E* Körnerzellen; *F* Pyramidenzellen des Tractus olfactorius; *G* Region des äußeren Riechstreifens; *H* Kollateralen des äußeren Riechstreifens; *j* Kollateralen des Bulbus olfactorius; *L* zentrifugale Fasern; *M* Zelle mit kurzem Axenzylinderfortsatz.

übergehen und eine dünne Lage grauer Substanz zwischen sich fassen. Die dorsale Rinde ist äußerst dünn, um so dicker dagegen die ventrale, welche folgende Schichten entwickelt:

α. Stratum granulosum, Körnerschicht. Sie besteht aus einem Geflecht markhaltiger Nervenfasern, in dessen Maschenräumen Ansammlungen kleiner Nervenzellen liegen.

β. Pyramiden- oder Mitralzellenschicht. Sie enthält eine Reihe großer multipolarer Nervenzellen von kurzer Pyramidenform. Sie entsenden mehrere Dendritenstämmchen in die nächstfolgende Schicht, während der Neurit zu dem Plexus der vorhergenannten Schicht gelangt (Golgi).

γ. Stratum gelatinosum, gelatinöse Schicht. Sie entspricht der äußeren Hauptzone der Endhirnrinde und enthält zerstreute kleine Nervenzellen.

δ. Stratum glomerulosum, Knäuelschicht. Sie besteht aus zahlreichen kugeligen oder ovalen Gebilden von 0,1 mm Durchmesser, welche meist in doppelter Reihe liegen und je zweierlei Endbäumchen enthalten: das zentrale Endbäumchen der Riechzellenfasern und das periphere Endbäumchen der Neuronen nächsthöherer Ordnung. Dazwischen kommen kleine Zellen vor, deren Zugehörigkeit zum nervösen Apparat oder zur Neuroglia noch nicht ganz sichergestellt ist.

Schicht der Olfactorius-Fasern. Auf der ventralen Fläche der Glomeruli bilden sie dichte Geflechte markloser Fasern besonderer Art, mit denen die Nn. olfactorii zusammenhängen.

b) Der Tractus olfactorius besteht teils aus den Fortsetzungen der Schichten des Trigonum, teils aus Nervenfasern, welche besonders an der ventralen Fläche und ihren Rändern angehäuft sind. Die dorsale Kante besteht zumeist aus grauer Substanz. Eine Lage grauer Substanz befindet sich auch im Zentrum, an Stelle des früheren Ventriculus olfactorius. Die Faserbündel ziehen zum Stirnlappen, zum Gyrus fornicatus und gehören teilweise der vorderen Kommissur an.

c) Das Trigonum olfactorium besitzt auf seiner ventralen Fläche einen Überzug gelbgrauer, mit der Substantia perforata anterior übereinstimmenden Masse, welche sich gegen den Tractus stark verdünnt. Der dorsale Teil des Trigonum enthält eine Fortsetzung der Rinde des Stirnhirnes, die ebenfalls verdünnt auf den Tractus übergeht.

Die Substantia perforata anterior ist ähnlich gebaut wie der Globus pallidus des Linsenkernes, doch enthält sie weniger Nervenfasern als letzterer.

Das Septum pellucidum hat drei Schichten: eine dünne Markschicht, eine dünne Rinden- und (lateral) eine ependymale Schicht. In der Rindenschicht kommen Pyramiden- und Spindelzellen vor.

b) Die weiße Substanz des Endhirnes.

Sie enthält, wie wir S. 139 gesehen haben, folgende Arten von Nervenfasern: Kommissurenfasern, Assoziationsfasern, Projektionsfasern.

1. Die Kommissurenfasern sind enthalten im Balken, der vorderen Kommissur, der Commissura hippocampi.

a) Die Balkenfasern sind von großer Feinheit, als wären sie nur Kollateralen von Axenzylindern. Sie entspringen in der ganzen Rinde einer Hemisphäre und endigen in der anderen, mit Ausnahme jener Gegenden, welche zur Commissura anterior gehören, nämlich des basalen Teils vom Stirnlappen, des Pols vom Schläfenlappen, des Hippocampus. Viele der Balkenfasern geben einige sehr feine Kollateralen ab, die sich wie diejenigen der Assoziationsfasern verhalten. Balkenfasern scheinen nicht nur zwei symmetrische Punkte der Hemisphären miteinander zu verbinden; der Balken ist vielmehr ein verwickeltes Quersystem, durch welches die in irgend einem Rindenpunkte entsprungene Nervenfaser nicht nur symmetrische Zellen der anderen Hemisphäre, sondern durch ihre Kollateralen noch viele andere Zellen der verschiedenen Rindenschichten und Bezirke beeinflußt (Cajal). Fig. 196.

b und c) Für die Fasern der beiden anderen Kommissuren gelten mutatis mutandis dieselben Regeln, wie für die Balkenfasern.

2. Die Assoziationsfasern. Sie sind Neuriten der großen und kleinen Pyramidenzellen und der polymorphen Zellen. Der Übergang des Neuriten in die Assoziationsbündel der weißen Substanz (siehe S. 139) ist meist ein einfacher; doch kommen auch T-förmige Teilungen mit gleichen oder ungleichen Ästen vor (Fig. 197); im letzteren Falle geht der innere Teilast in eine Balkenfaser über.

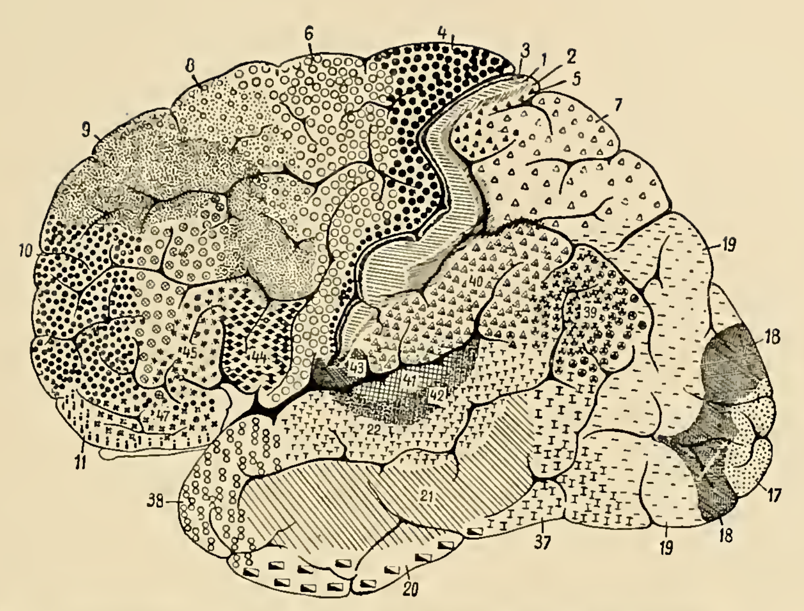


Fig. 192. Rindenfelder, Areae, der Endhirnrinde des Menschen. (Brodmann.)
Ansicht der linken Hemisphäre von der Seite.
Die einzelnen Rindenfelder sind durch verschiedene Zeichen und Nummern kenntlich gemacht.

Fig. 193. Rindenfelder, Areae der Endhirnrinde des Menschen. (Brodmann.)
Ansicht der rechten Hemisphäre von der medialen Fläche.
Die verschiedenen Rindenfelder sind durch verschiedene Zeichen und Nummern kenntlich gemacht.

Stiel

Blutgefäße

Follikel mit kolloider Masse gefüllt

Kapsel

Adenohypophyse

Neurohypophyse

Fig. 194. **Medianschnitt durch die Hypophyse** eines erwachsenen Mannes.

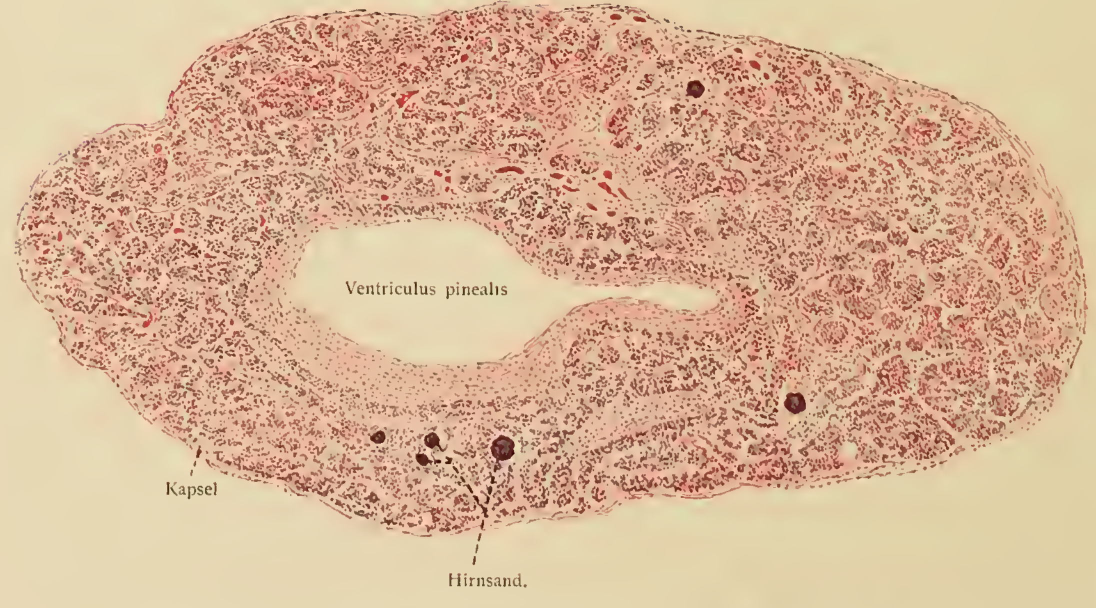


Fig. 195. **Querschnitt durch die Zirbel** eines erwachsenen Mannes.

Überall jedoch läßt sich feststellen, daß viele Assoziationsfasern eine Zelle eines bestimmten Rindenpunktes mit vielen anderen Zellen verbinden, die in anderen Rindenbezirken und vielleicht gar in verschiedenen Lappen einer Hemisphäre liegen (Cajal). Die Summe der Assoziationsfasern steht in gleichem Verhältnis zur grauen Rindensubstanz. Beim Menschen und den größeren Säugetieren bilden die Assoziationsfasern die Hauptmasse der weißen Substanz.

Bei vielen Assoziationsfasern sind sehr feine Kollateralen vorhanden, die aufsteigen und sich in den verschiedenen darüberliegenden grauen Rindenschichten bis in die Molekularschicht hinein verzweigen. Außer diesen radiären Kollateralen finden sich solche, die in der weißen Substanz, oder in der Grenzschicht zwischen grauer und weißer Substanz zu endigen scheinen; Kollateralen zur weißen Sub-

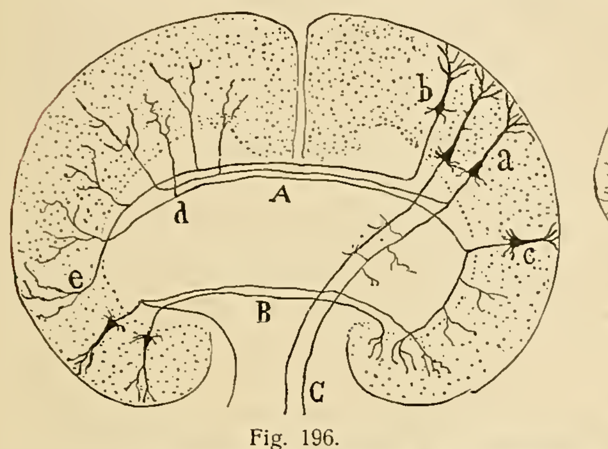


Fig. 196.

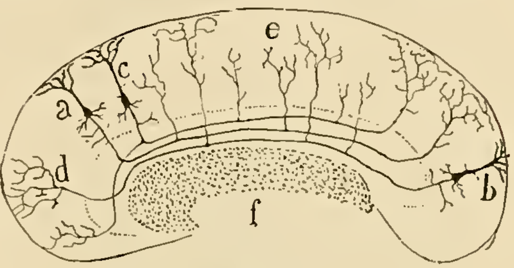


Fig. 197.

Fig. 197. **Assoziationsfasern zwischen Stirn- und Occipitallappen an einem Längsschnitt durch das Gehirn schematisch dargestellt.** (Cajal.)
a, b, c Pyramidenzellen; *d* aufsteigende Endverzweigungen der Kollateralen; *e* nervöse Endverzweigung; *f* Corpus callosum, quer getroffen.

Fig. 196. **Anordnung der Kommissuren- und corticofugalen Fasern an einem Querschnitt durch das Gehirn schematisch dargestellt.** (Cajal.)
A Corpus callosum; *B* Commissura anterior; *C* Pyramidenbahn (motorische Willkürbahn).
a, b, c Pyramidenzellen; *d* aufsteigende Endverzweigungen der Kollateralen; *e* nervöse Endverzweigung.

stanz, welche wahrscheinlich an den zahlreichen absteigenden Protoplasmafortsätzen daselbst endigen. Fig. 198.

3. Die Projektionsfasern leiten teils corticopetal, teils corticofugal.

a) Die corticofugalen Fasern stammen (nach Untersuchungen an Gehirnen kleiner Säugetiere) aus sämtlichen Rindenbezirken, konvergieren und ziehen durch das Corpus striatum hindurch zum Hirnschenkel. In der Höhe des Balkens geben sie eine starke Kollaterale zu diesem ab (siehe Fig. 196); dann ziehen sie in getrennten Bündeln durch Anhäufungen grauer Substanz hindurch und senden dieser äußerst feine Kollateralen zu. Es gibt auch Axenzylinder, welche weder an den Balken, noch im Gebiet des Corpus striatum, Kollateralen abgeben, sondern ihre Individualität behalten. Alle die genannten zentrifugalen Fasern stammen von den großen und kleinen Pyramidenzellen der Hirnrinde (Fig. 196 C), vielleicht auch von einzelnen polymorphen Zellen derselben. Daher erklärt sich ihr verschiedenes Kaliber.

Der größte Teil dieser Fasern endigt bereits in den Ganglien des Zwischenhirns (Thalamus, Nucleus ruber, Corpora geniculata). Andere Fasern ziehen ohne Unterbrechung durch den Hirnschenkel zum Mittelhirn, Nachhirn und Rückenmark. Ein großer Teil der Fasern endigt als motorische Willkürbahn (als Pyramidenbahn mit Fasciculus cerebrospinalis lateralis und anterior. Fig. 85).

b) Die corticopetalen Fasern: Außer den Assoziationsfasern verzweigen sich in der grauen Rinde noch Fasern von viel stärkerem Kaliber, die vielleicht aus dem Rückenmark, Kleinhirn usw. kommen. Sie durchsetzen die graue Substanz mit gewaltigen Endverzweigungen, welche besonders um die kleinen Pyramidenzellen herumliegen. Diese Verzweigungen sind anzusprechen als das letzte Ende der sensiblen Nerven im Gehirn, oder vielmehr ihrer sekundären Systeme (siehe Fig. 85 und 198).

Fornix longus. Von Forel 1872 bei Cavia cobaya aufgefunden, später durch Kölliker auch beim Menschen nachgewiesen. Er durchbohrt wie bei Tieren den Balken und kommt sicher von Teilen, die mit dem Gyrus fornicatus eine Vergleichung zulassen. Durch die Ausstrahlung dieser Fasern im Septum, durch ihre Beziehungen zum Fornix (inferior) und vermittelst der Striae longitudinales laterales des Balkens zur Fascia dentata ergeben sich diese Fasern auch hier als Teile der Riechbahn, wenn dieselben auch wohl beim Menschen, der geringeren Entwicklung seines Geruchshirnes entsprechend, nicht die Entwicklung erlangen, wie bei den makrosmatischen Geschöpfen (v. Kölliker, 1896).

Fig. 198.

Ursprung und Ende von Neuriten in der Großhirnrinde. Schema. (Cajal.)

A kleine Pyramidenzelle; *B* große Pyramidenzelle; *C, D* polymorphe Zellen; *E* Endigung einer aus anderen Zentren kommenden Fernfaser; *F* Kollateralen der weißen Substanz; *G* Axenzylinder, der in der weißen Substanz sich teilt (Bifurkation).

c) Die Kleinhirnrinde.

An Durchschnitten durch die frische Rinde, Substantia corticalis, des Kleinhirnes erkennt das freie Auge zwei Schichten, eine äußere graue, Stratum cinereum, und eine innere gelbe oder rostfarbene, Stratum granulosum. Das Mikroskop zeigt an der äußeren Oberfläche des Stratum cinereum eine dünne Grenzhaut, Lamina basalis, und an der Grenze der grauen Schicht und der Körnerschicht, noch eine besondere Lage, die Schicht der Purkinjeschen Nervenzellen, Stratum gangliosum.

Die an die Markleiste angrenzende rostfarbene oder Körnerschicht besteht aus dicht gedrängten, in Gruppen zusammengestellten kleinen Zellen mit großem Kern und geringem Zellkörper von 6—7 μ Durchmesser (Fig. 199). Dennoch entsenden die kleinen Zellen mehrere kleine Dendritenstämmchen und einen in die (graue) Molekularschicht eintretenden Neuriten, welcher sich innerhalb derselben in zwei nach entgegengesetzter Richtung ziehende Zweige teilt (Fig. 200, *k*). Von einer zweiten Zellenart der rostfarbenen Schicht wird alsbald die Rede sein. Zunächst ist noch zu bemerken, daß sie außerdem ein reiches Geflecht markhaltiger Nervenfasern enthält, welches sich einwärts in die Faserung der Markleiste fortsetzt.

Die Schicht der Purkinjeschen Zellen (Fig. 199, 3) besteht aus einer ein-

fachen Reihe großer Nervenzellen von birn- oder keulenförmiger Gestalt, welche mit ihrem längsten Durchmesser senkrecht oder schief zur Körnerschicht gestellt sind. Das dicke Ende ragt etwas in die Körnerschicht hinein und entsendet hier einen durch die Körnerschicht dringenden Neuriten, der sich sehr bald mit Mark umhüllt und in die Markleiste eintritt (Fig. 200). Der Außenpol der Zelle geht in einen oder zwei mächtige Dendritenstämme über, welche sich (kandelaberartig) überaus reichlich teilen und mit den Endästen radiär in die graue Schicht vordringen. Die Hauptverästelung findet in quer zur Gyruslänge gerichteter Ebene statt. Die größeren Fortsätze laufen dabei gewöhnlich eine Strecke weit wagerecht oder schräg, bis sie sich allmählich durch Abgabe radiärer Zweige erschöpft haben und dann selbst in die Radiärrichtung umbiegen. Dieses Verhalten hängt zusammen mit den Abständen der Zellen voneinander, welche häufig das Drei- und Vierfache der Zellendurchmesser betragen, aber auch auf weniger als einen einzigen sich verringern können. Auf der Höhe der Randwülste pflegen nämlich die Zellen dichter zu stehen als im Grunde der Furchen. Es kommt hinzu, daß das Astgebiet der einen Zelle in das der benachbarten übergreift. Randwärts erstrecken sich feine Endästchen bis nahe zur Oberfläche. Sie gehen teils aus fortgesetzter Teilung hervor, können aber auch unmittelbar aus den kriechenden oder aufgerichteten Dendritenstämmen entspringen. Der Neurit gibt Seitenästchen ab, welche in die Körnerschicht dringen; nicht selten laufen solche Kollateralen gegen die Zellkörper zurück und gehen in Endbäumchen über.

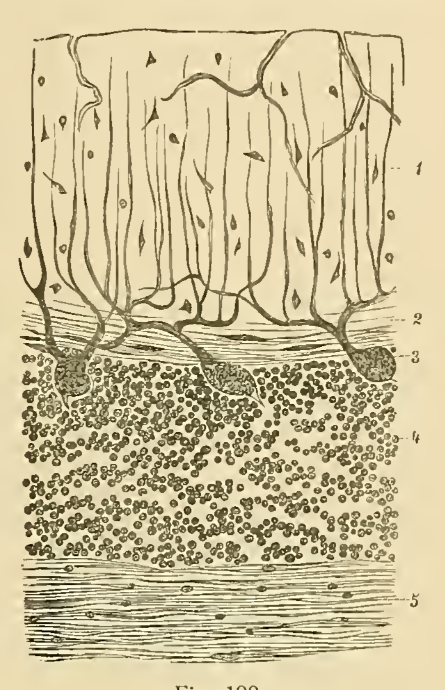


Fig. 199.

Durchschnitt durch die Rinde des menschlichen Kleinhirnes. (Th. Meynert.) 150 : 1.

1 Graue Schicht der Kleinhirnrinde, mit 2, querverlaufenden feinsten markhaltigen Nervenfasern; 3 Purkinjesche Zellen; 4 Körnerschicht; 5 Substanz der Markleiste.

Die graue oder molekulare Schicht, feinkörnige Schicht, wird durch stärkere Vergrößerung in ein dichtes Gerüst aufgelöst, welches teils aus Dendriten- und Neuritenverästelungen, teils aus Neuroglia und Nervenzellen besteht. Ein horizontal ausgebreiteter Plexus markhaltiger Nervenfasern liegt an der Grenze der Purkinjeschen Zellen gegen die Körnerschicht. Fig. 199, 2.

Eine Art von Nervenzellen der grauen Schicht, kleine Rindenzellen (Fig. 200, *G*), sind multipolare Zellen wahrscheinlich vom II. Golgitypus. Eine andere Art entsendet nach allen Seiten Dendriten, den Neuriten aber parallel der Purkinjeschen Zellenschicht; dieser entläßt von Strecke zu Strecke eine Kollaterale, welche sich gegen die Purkinjeschen Zellen wendet und um dieselben ihre Endästchen in Form eines Faserkorbes entwickelt (Fig. 200, *K*). Man nennt diese Zellen der grauen Substanz deshalb Korbzellen; von ihnen aus findet also ein Einfluß auf eine ganze Reihe von Purkinjeschen Zellen statt, sofern nicht der entgegengesetzte Weg die Bahn bezeichnet. In der Körnerschicht

kommt eine zweite größere Zellenart vor, welche mit den Cellulae axi-ramificatae die nächste Verwandtschaft besitzt; denn ihr in die Körnerschicht entsendeter Neurit oder deren mehrere spalten sich in ein feines, überaus reiches, weit ausgedehntes Geäst feinster Reiser (Fig. 200, *L*).

Von der Markleiste steigt ferner eine Anzahl kräftiger Fasern auf, welche von Fernzellen stammen und in der Körnerschicht unter Astbildung ihr Ende finden. Eine andere Anzahl von Fernzellenfasern (Fig. 200, *F*) durchdringt die Körnerschicht und gelangt in die graue Substanz; von ihnen abgehende Kollateralen treten zu den Purkinjeschen Zellen und umgeben deren Körper in einem

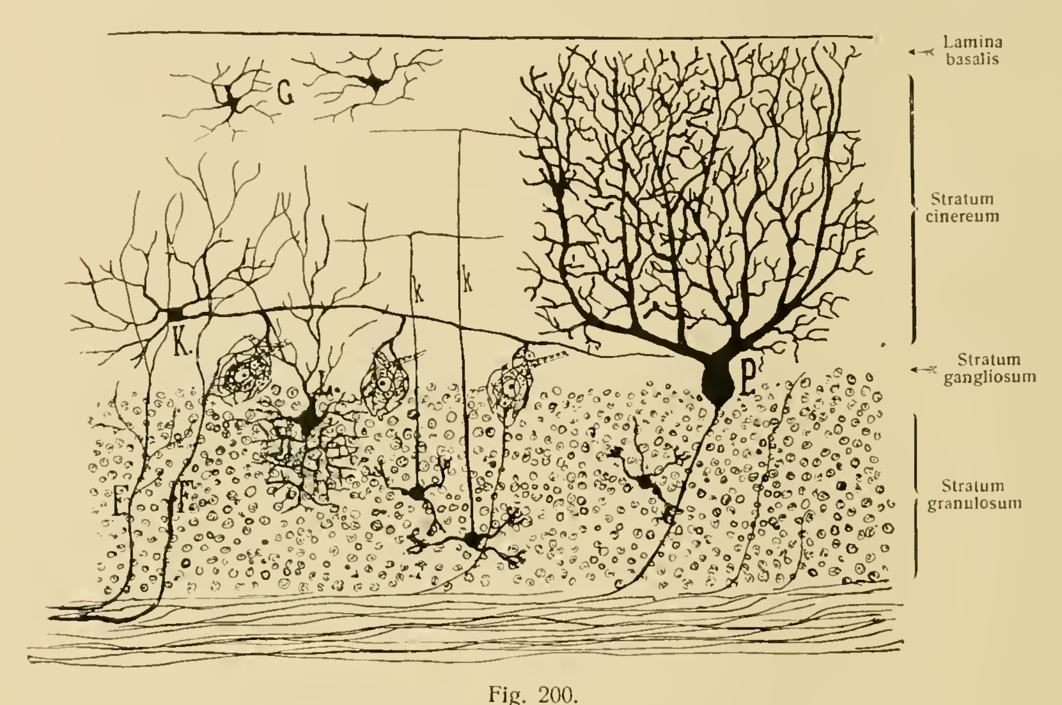


Fig. 200.

Die hauptsächlichen Nervenzellenformen und Faserarten der Kleinhirnrinde.

F F Fernfasern (Kletterfasern); *G* kleine Rindenzellen; *K* Korbzelle; *kk* kleine Körnerzellen; *L* große Körnerzelle; *P* Purkinjesche Zelle.

korb- oder nestähnlich gestalteten dichten Endbäumchen, während die weiter gegen die Oberfläche ziehenden Teile der Faser an den Dendritenstämmen der Purkinjeschen Zellen emporklettern, sie und deren Zweige umranken und daher von Cajal Kletterfasern genannt worden sind.

Man erkennt, daß der Bau der Kleinhirnrinde ein sehr verwickelter ist; gelungene Präparate, die nach der Golgischen Methode angefertigt sind, gewähren, ob nun dieser oder jener Teil der Elemente besser hervortritt, einen überaus prachtvollen Anblick.

Neuroglia der Kleinhirnrinde. Fig. 201, 202.

In allen Schichten des Kleinhirnes kommen Neurogliaelemente in Form von Kurzstrahlern und Langstrahlern vor. Eine besondere Form von Neurogliazellen durchsetzt in radiärer Richtung die graue Substanz. Der Zelleib dieser Stützelemente ist klein und liegt in der Schicht der Purkinjeschen Zellen, die radiären Ausläufer ziehen bündelweise vom Zellkörper aus zur Pia und endigen mit kegel-

förmigen Ansatzstücken, die sich zu einer unter der Pia gelegenen Lamina basalis verbinden (Fig. 201). Zwischen dieser und der äußeren Oberfläche bleibt

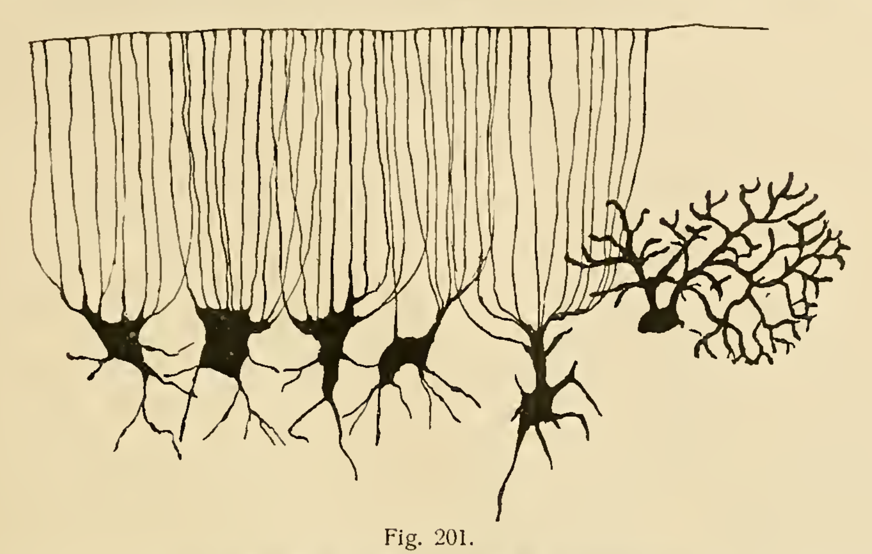


Fig. 201.
Neurogliazellen der grauen Substanz der Kleinhirnrinde.
Vertikalschnitt durch die Rinde einer Kleinhirnwindung eines 7monatigen menschlichen Fetus. (Retzius.) Rechts ein Stück einer Purkinjeschen Zelle.

ein feiner bei Schrumpfung erweiterter, von den Radiärfasern durchsetzter Raum übrig, ein epicerebellarer Lymphraum, in welchem auch Lymphkörperchen beobachtet werden können. Fig. 202.

Da außer den Dendriten der Purkinjeschen Zellen und den Radiärfasern der Neurogliazellen auch die Blutgefäße in radiärer Richtung die graue Schicht durchdringen, erfährt deren Substanz eine feine radiäre Zerklüftung.

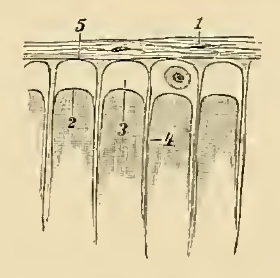


Fig. 202.
Peripherischer Teil der grauen Schicht der Kleinhirnrinde mit der abgehobenen Lamina basalis (5).
1 Pia mater; 2 äußere Grenze der grauen Schicht; 3 epimedullarer Lymphraum; 4 Ausläufer der Neurogliazellen der grauen Substanz. Über 4 ein Lymphocyt.

d) Die Endhirnganglien.

Der Nucleus caudatus scheint in allen seinen Teilen gleichmäßig gebaut zu sein. Er ist von einem dicken Ependym bedeckt und enthält außer Nervenfasern besonders zwei Arten von Nervenzellen: 1. größere multipolare (von 30 μ), 2. viel zahlreichere kleine multipolare (von 15 μ). Dazu kommen noch eigentümliche rundliche in Lücken gelagerte Zellen (Henle).

Der Nucleus lentiformis. Der Bau des Putamen stimmt mit dem des Nucleus caudatus überein, wie er ja auch vorn mit demselben ununterbrochen zusammenhängt. Die blassere Farbe der beiden Innenglieder (Globus pallidus), von welchen das innerste wieder etwas dunkler ist, rührt von einem größeren Reichtum an Nervenfasern, aber auch von zahlreichen gelb pigmentierten Nervenzellen her. Die drei Glieder des Linsenkernes sind voneinander abgesetzt durch dünne Markplatten, Laminae medullares externa et interna, welche Ausläufer in die Substanz der einzelnen Glieder entsenden, durch die innere Kapsel hindurch mit dem

Nucleus caudatus in Verbindung stehen, aufwärts aber in das Hemisphärenmark und in die graue Rinde ausstrahlen. Auf der ventralen Seite des Linsenkernes hingegen treten beide Laminae medullares zu einem kräftigen und wichtigen Faserbündel zusammen, welches längs der ventralen Seite medianwärts verläuft und so auf nächstem Wege den medialen Rand des Hirnschenkels erreicht. Dies Bündel führt den Namen Linsenkernschlinge, Ansa lenticularis.

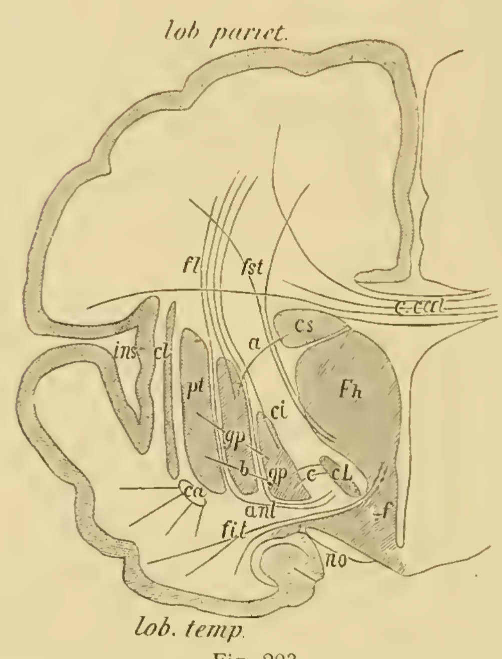


Fig. 203.

Schematische Darstellung der Fasern, welche aus dem Linsenkern und dem Sehhügel zur Rinde verlaufen. (W. v. Bechterew.)

c. cal Corpus callosum; *cs* Nucleus caudatus; *Fh* Thalamus; *cL* Nucleus hypothalamicus (Luysscher Körper); *gp* Globus pallidus nuclei lentiformis; *pt* Putamen nuclei lentiformis; *cl* Claustrum; *fst* mittlerer Thalamusstiel; *fl* Faserbündel, welches aus dem Globus pallidus und den Laminae medullares des Linsenkernes zur Rinde zieht und wahrscheinlich auch Fasern des Lemniscus medialis (sensitivus) enthält; *anl* Ansa nuclei lentiformis; *fit* unterer Thalamusstiel; *f* Fornix; *no* Nervus opticus; *ca* vordere Kommissur; *ins* Insula telencephali; *lob. pariet.* Rinde des Parietallappens; *lob. temp.* Rinde des Temporallappens; *ci* Capsula interna; *a* Fasern zur Verbindung des Nucleus caudatus mit dem Globus pallidus; *b* Fasern zur Verbindung des Putamen mit dem Globus pallidus; *c* Fasern, welche vom Luysschen Körper zum Globus pallidus verlaufen.

Das Claustrum, jener eigentümliche bandförmige Kern, welcher lateral vom Nucleus lentiformis gelegen ist und ventral mit der Substantia perforata anterior zusammenhängt, ist, wie wir schon oben gesehen haben, entstanden durch Abtrennung von der polymorphen Schicht der Inselrinde.

Die zelligen Elemente des Claustrum sind vorzugsweise Spindelzellen, welche mit ihrer Längsaxe parallel der Oberfläche gestellt sind. Meynert hat deshalb auch die an anderen Orten vorkommenden, an Spindelzellen reichen tiefen Lagen (gewöhnliche Rinde, Mandelkern) als „Vormauerformation" bezeichnet.

e) Das Zwischenhirn.

Die zentrale graue Substanz des dritten Ventrikels setzt sich kaudal in die den Aquaeductus des Mittelhirnes umgebende graue Substanz, letztere aber in das Bodengrau des vierten Ventrikels fort. Nach einer von Meynert eingeführten Unterscheidung der verschiedenen Lagen grauer Substanz im Gehirn wird die zentrale graue Substanz der genannten Hirnabteilungen auch Höhlengrau genannt. Das Höhlengrau des dritten Ventrikels setzt sich ventral ununterbrochen in die graue Bodenkommissur (S. 101) fort, hängt lateral mit dem medialen Kern des Thalamus (S. 109) zusammen und bildet auch die Substanz der Massa intermedia; das Höhlengrau des dritten Ventrikels enthält zahlreiche Nervenzellen. Eine besondere keulenförmige Ansammlung multipolarer kleiner Nervenzellen im Trigonum habenulae (S. 109) stellt das Ganglion habenulae von Meynert dar. Aus ihm zieht ein Bündel markhaltiger Fasern abwärts, das Meynertsche Bündel oder der Fasciculus retroflexus zum Ganglion interpedunculare (Gudden) (siehe Fig. 129 und Leitungsbahnen). Über das Vicq d'Azyrsche Bündel, die Pars tecta columnae fornicis und ihre Lagerung im Höhlengrau siehe S. 109 und Fig. 97.

Begriff des Höhlengrau, der grauen Rinde und der Kerne.

Untersucht man auf Grund der neueren Erfahrungen über die Herkunft der grauen Substanz den Begriff des Höhlengrau, so ist schon im Allgemeinen Teile auseinandergesetzt worden, daß alle graue Substanz in ihrem Ursprunge auf das Epithel des Zentralkanals zurückführt oder der inneren Zellenlage des Medullarrohres den Ursprung verdankt. Diese Zellenlage, Proliferationsschicht oder Prädilektionsschicht, entwickelt längere Zeit hindurch fortwährend Mitosen und Zellteilungen, welche ventrikulare Mitosen genannt worden sind. Die neugebildeten Zellen sammeln sich an der Außenfläche der Prädilektionsschicht und bilden durch weitergehenden Nachschub von innen her allmählich ansehnliche Zellenlager. Schon von Anfang an tritt auch eine Differenzierung der Zellen zutage, indem ein Teil sich zu jugendlichen Nervenzellen (Neuroblasten), ein anderer zu Ependymzellen gestaltet. Jene bilden die Grundlage aller grauen Substanz. An gewissen Orten (in den Endhirnganglien, ebenso auch in den Kernen des Zwischenhirns, des Kleinhirnes usw.) vermehren sich die jungen Nervenzellen durch eigene mitotische Zellteilung; diese Mitosen werden ultraventrikulare Mitosen genannt; auch die ventrikulare Mitosenbildung liefert immer noch neue Zellen. Die Zellen der Endhirnrinde stammen von ventrikularen mitotischen Zellteilungen ab, während gerade die Endhirnganglien teils aus ventrikularen, teils aus ultraventrikularen mitotischen Zellteilungen herstammen. Wo bleibt nun der Begriff des Höhlengrau? Alles Grau ist ursprünglich Höhlengrau. Aber ein Teil dieser grauen Massen wird durch allmählich gelieferte weiße Substanz von dem Mutterboden zur Peripherie abgedrängt. Dies ist das Rindengrau. Ein anderer Teil der grauen Substanz aber bleibt mit dem Mutterboden in Verbindung und ist dann Höhlengrau. Natürlich gehören damit der Nucleus caudatus und lentiformis auch zum Höhlengrau. Immer aber kann man noch Unterschiede machen, insofern man ersteren Namen für die um das Ventrikelependym gelagerten diffusen grauen Massen beibehält, für die mehr isolierten, selbständigeren Lager gehäufter grauer Substanz den Namen graue Kerne festhält; wobei man aber wissen muß, daß der Nucleus caudatus und lentiformis, wie oben angegeben, von dem ihnen zugehörigen ventrikularen Epithel abstammen.

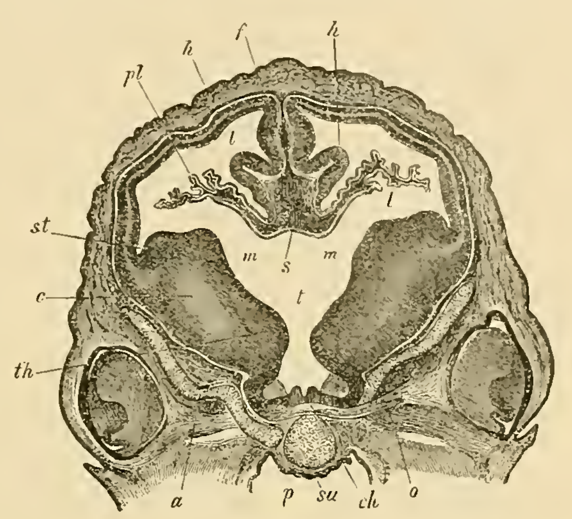


Fig. 204.

Unterschied von Höhlengrau, grauer Rinde und grauen Kernen. Frontalschnitt durch das Gehirn eines Schaffetus von ca. 7 cm Länge. 10 : 1. (A. Kölliker.)

st Corpus striatum; *m* Foramen interventriculare; *t* Ventriculus III; *pl* Plexus chorioideus; *l* Ventriculus lateralis; *s* Schlußplatte der Hemisphären, hier Verbindungsplatte der beiden Plexus chorioidei und Fortsetzung der Deckplatte des 3. Ventrikels; *f* große Hirnspalte mit der primitiven Sichel; *th* tiefster vorderster Teil des Thalamus; *ch* Chiasma; *o* Opticus; *c* Hirnstielfaserung; *h* Hemisphären mit einer in den Seitenventrikel vorspringenden Windung an ihrer medialen Wand; *p* Pharynx; *sa* Sphenoidale anterius; *a* Ala parva. Siehe auch Fig. 203, 179, 128.

Muchin, N., Zum Bau des zentralen Höhlengraues des Gehirnes. Internat. Monatsschr., XVIII, 1901. — Rauber, A., Die Mitosen des Medullarrohres. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 26, 1886.

Das Corpus mamillare beherbergt in seinem Inneren zwei graue Kerne, Nuclei corporis mamillaris (S. 97 und Leitungsbahnen), mit spindelförmigen, 20—30 μ langen Nervenzellen.

Die Hypophysis cerebri (Fig. 194) besteht in ihrem kleinen hinteren cerebralen Lappen, der Neurohypophyse, aus Neuroglia, Blutgefäßen und Bindegewebe, ohne Beimischung von Nervenzellen oder Nervenfasern (A. Kohn) und enthält mehr oder weniger zahlreiche epitheliale Gebilde, welche vom vorderen Lappen stammen.

Die Gliazellen sind meist von einfacher Form, bilden nur spärliche Fasern und besitzen viel Protoplasma. Schon frühzeitig tritt Pigment auf, welches bei älteren Individuen außerordentlich reichlich ist. Es befindet sich meist in den Zellfortsätzen und in den Gliafasern (A. Kohn), weniger im Zelleib.

Die vom vorderen Lappen in die Neurohypophyse gelangten Epithelzellen liegen einzeln oder zu Gruppen und Strängen vereinigt oder bilden die Wand kolloidhaltiger Bläschen.

Der größere vordere Lappen, Adenohypophyse, besteht wesentlich aus epithelialen, meist soliden, teils hohlen Strängen von sehr ungleicher Dicke, die von helleren oder dunkleren Zellen zusammengesetzt werden. Die Schläuche sind in lockeres gefäßführendes Bindegewebe eingehüllt. Die Blutgefäße sind weit und dünnwandig.

Die Zellen enthalten teils acidophile, teils basophile Granula. In der Nähe der Neurohypophyse treten hohle Zellstränge und kolloidgefüllte Bläschen auf, welche den Follikeln der Schilddrüse ähnlich sind, aber eine mehrschichtige Zellwand besitzen. Das Kolloid der Hypophyse zeigt alle mikrochemischen Reaktionen des Schilddrüsenkolloid.

Über die Hypophysis pharyngea siehe Abt. IV, S. 93.

Kohn, A., Über die Hypophyse. Münch. med. Wochenschr. 1910. — Derselbe, Über das Pigment in der Neurohypophyse des Menschen. Arch. mikr. Anat. Bd. 75, 1910.

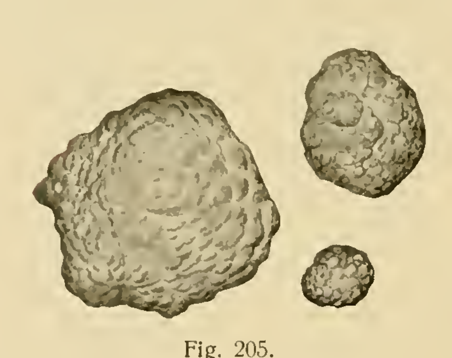


Fig. 205.
Hirnsand, aus der Zirbel isoliert.

Das Corpus pineale (Zirbel, Epiphyse) (Fig. 195) besitzt eine bindegewebige Hülle, welche Fortsätze in das Innere sendet, wodurch einzelne Abteilungen geschieden werden. Letztere bestehen aus Gruppen polyedrischer Epithelzellen, Neuroglia sowie Blutgefäßen, Nervenfasern und Ganglienzellen. Über den Hirnsand siehe S. 110. Die Körner des Hirnsandes (Fig. 205) erinnern an verwandte Dinge, die besonders in höherem Alter in den Wänden der Hirnkammern, aber auch in der grauen und weißen Substanz, und in peripheren Nerven gefunden werden. Man nennt sie Corpora amylacea; sie sind rund oder eingeschnürt, deutlich geschichtet und färben sich mit Jod und Schwefelsäure violett, wie Stärkekörner.

Illing, P., Vergl. anat. und histol. Untersuchungen über die Epiphysis cerebri einiger Säuger. Dissertation Leipzig 1910.

Der Thalamus ist an seiner dorsalen Oberfläche durch ein kräftiges Stratum zonale markhaltiger Nervenfasern bekleidet und erinnert hierdurch an die Endhirnrinde, noch mehr an die Lamina quadrigemina. Über seine drei Hauptkerne und das sie mehr oder weniger trennende dünne Markblatt, Lamina medullaris interna, siehe S. 106, 109; ebenda ist auch der Ursprung des Vicq d'Azyrschen Bündels vom vorderen Kerne geschildert. Die Nervenzellen aller Kerne sind zahlreich und klein, am größten (40 μ) die des vorderen Kernes und des Pulvinar.

Innerhalb dieser Hauptkerne sind in neuerer Zeit auf Grund verschiedener Untersuchungsmethoden zahlreiche (von manchen Autoren 30 und mehr) kleine Kerne unterschieden worden. Die genauen Beziehungen der meisten dieser Kerne sind bisher noch nicht festgestellt.

Zum Thalamus gelangen fast aus allen Gebieten der Endhirnrinde Fasern, welche sich in seiner Nähe zum Teil in dichteren Bündeln sammeln und alsdann

Stiele des Thalamus genannt werden, während die Gesamtstrahlung der Endhirnrinde zum Thalamus mit dem Namen Stabkranz des Thalamus bezeichnet wird. (Siehe S. 109.) So bedeutet in Fig. 206: das Sehhügelende der aus dem Stirnlappen kommenden Fasern *v* den vorderen Stiel des Thalamus, der aus dem hinteren Teile des Stirnlappens und dem Scheitellappen kommenden Fasern *o* den oberen Stiel, der aus dem Schläfenlappen und der Insel kommenden Fasern *u* den unteren Stiel, der aus dem Hinterhauptlappen kommenden Fasern *h* den hinteren Stiel des Thalamus, der zur sogenannten Sehstrahlung gehört.

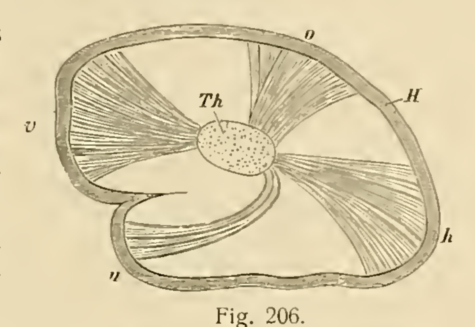


Fig. 206.
Teil des Stabkranzes des Thalamus.
H Hemisphärenrinde; *Th* Thalamus; *v* vorderer Stiel; *o* oberer, *h* hinterer (der Sehstrahlung angehörender), *u* unterer Stiel des Thalamus.

Der Thalamus hat ferner wichtige Verbindungen mit dem Tractus opticus. Sie sind zweierlei Art, indem ein Teil der Thalamusfasern des Tractus opticus zum Stratum zonale zieht, ein anderer aber zu dem tiefen Zellenlager des Pulvinar. Über andere Verbindungen des Thalamus siehe Leitungsbahnen.

Das Corpus geniculatum laterale schließt sich an das laterale Ende des Pulvinar an und hebt sich durch seine dunklere Farbe von der Umgebung deut-

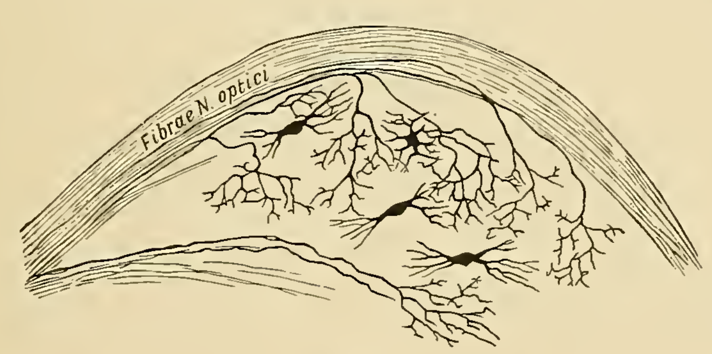


Fig. 207.
Schnitt durch das Corpus geniculatum laterale der Katze.
Chromsilber-Imprägnation. Einstrahlung von Optikusfasern und Auflösung derselben in Endbäumchen. (Pedro Ramón.)

licher ab. Seine Substanz ist eigentümlich gestreift, indem schmale weiße und breitere graue Lagen abwechseln. Dies rührt her von der Einstrahlung bestimmter lateraler Faserbündel des Tractus opticus. Seine Ganglienzellen sind zahlreich, multipolar, meist pigmentiert. Fig. 207.

Die Opticusfasern haben ihren Ursprung teils in der Retina des Auges, wo sie aus Neuriten der dort befindlichen Nervenzellen hervorgehen, teils außerhalb der Retina, in den tieferen Zentren des N. opticus. Ein Teil dieser Fasern endigt unter Bildung starker Endbäumchen um die Nervenzellen des äußeren Kniehöckers, ein anderer im Thalamus, wahrscheinlich in gleicher Weise. Siehe auch Sinnesorgane.

Corpus geniculatum mediale. Seine graue Substanz geht dorsal und

ventral in die graue Substanz des Thalamus über. Seine zahlreichen Nervenzellen haben etwa 25 μ größten Durchmesser.

In ihm endigen die Fasern des Lemniscus lat., sowie Fasern, welche aus dem unteren Vierhügel stammen. Die Neuriten seiner Ganglienzellen ziehen zum großen Teil zur oberen Schläfenwindung.

Das Ganglion habenulae hat folgende Verbindungen: a) mit dem Fasciculus retroflexus, der eine Verbindung mit dem Ganglion interpedunculare darstellt; b) mit der Stria medullaris, deren zahlreiche Verbindungen (mit dem Hippocampus, der Substantia perf. anterior, dem Tuber cinereum, dem Corpus pineale) vielleicht zur Verknüpfung der Zentren des Geruches und Gesichtes dienen.

Lotheisen, G., Über die Striae medullares thalami. Anatomische Hefte, Nr. 12.

Der rote Kern des Hypothalamus enthält zahlreiche kleine Ganglienzellen. Von ihm ziehen Faserbündel (Haubenstrahlung) zum Thalamus und zur inneren Kapsel. Diese Faserzüge stammen aus verschiedenen Gebieten (Bindearm, Formatio reticularis der Haube, Nuclei pontis und aus dem Nucleus ruber selbst). Aus dem roten Kern entspringende Fasern bilden den Tractus rubrospinalis (Monakowsches Bündel). Die aus dem Kern tretenden Fasern kreuzen sich in der Mittellinie und ziehen kaudalwärts durch Brücke, Medulla oblongata zum Rückenmark (vergl. S. 61).

Der Nucleus hypothalamicus (Fig. 129) oder das Corpus Luysi besteht aus gelbbraun pigmentierten Nervenzellen, zwischen denen Nervenfasern in verschiedenen Richtungen verlaufen. Dorsal und ventral ist das linsenförmige Gebilde von einer dünnen Markkapsel mit unentwirrbar scheinender Faserung umgeben.

Die Zona incerta, eine wenig deutlich abgegrenzte Zone des Hypothalamus, setzt sich kaudal in die Formatio reticularis der Mittelhirnhaube fort und besteht aus Längsfaserbündeln, welche durch graue Substanz mit spärlichen Nervenfasern zerklüftet werden; sie geht medial in das Höhlengrau des III. Ventrikels, lateral in die Gitterschicht des Thalamus, vorn in das Tuber cinereum über.

f) Die Kerne des Kleinhirnes.

Die Kleinhirnrinde ist bereits oben (S. 188) im Anschlusse an die Endhirnrinde betrachtet worden.

Von den Kernen des Kleinhirnes stellt der Nucleus dentatus ein in der hinteren Verlängerung der Brachia conjunctiva gelegenes taschenförmiges, mit Nebenfalten versehenes graues Blatt dar, welches eine Dicke von 0,3—0,5 mm besitzt, während die ganze, vorn-medial offene Tasche 15—20 mm lang, 8—10 mm breit und 10—12 mm hoch ist. Der feinere Bau stimmt auffallend mit dem des Nucleus olivaris inf. überein, dessen äußere Form ebenfalls eine ähnliche ist. In dem grauen Blatte nämlich sind in mehreren Lagen zahlreiche, 30—36 μ große, gelblich pigmentierte multipolare Zellen enthalten, während zwischen den Zellen zahlreiche Nervenfasern durchziehen. Das Innere des Nucleus dentatus ist mit markhaltigen Nervenfasern erfüllt, welche den Markkern des Nucleus dentatus bilden. Die untere Wand des Nucleus liegt in der Gegend des Vogelnestes und befindet sich damit in großer Nähe des Ependym des IV. Ventrikels, von welchem nur eine 0,1 mm dicke Markschicht sie trennt. Die den Nucleus dentatus umhüllende Markkapsel stellt einen Filz starker markhaltiger Nervenfasern dar und wird das Vlies oder die Capsula nuclei dentati genannt.

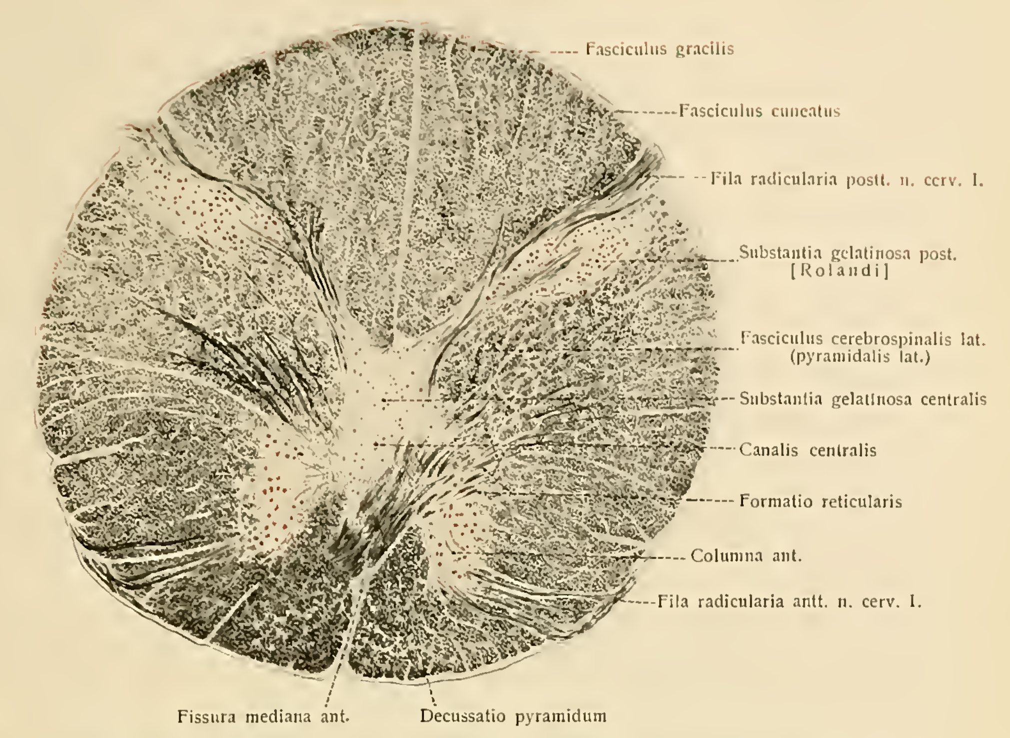


Fig. 208. Erstes Cervikalsegment. Querschnitt (siehe Orientierungsfigur 213).
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

Fasciculus gracilis
Fasciculus cuneatus
Nucleus fasciculi gracilis
Tractus spinalis nervi trigemini
Nucleus fasciculi cuneati
Nucleus dorsalis nervi accessorii
Subst. grisea centr.
Nucleus tractus spinalis nervi trigemini
Canalis centralis
Fasciculus cerebellospinalis
Decussatio pyramidum
Formatio reticularis
Fasciculus longitudinalis medialis
Fasciculus anterolateralis superf. [Gowersi]
Fasciculi pyramidales

Fig. 209. Medulla oblongata. Querschnitt I (siehe Orientierungsfigur 213).
Ungefähr Mitte der **Decussatio pyramidum**; Caudale Enden der **Nuclei fasciculi gracilis** und **cuneatus.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz; Ganglienzellen rot.

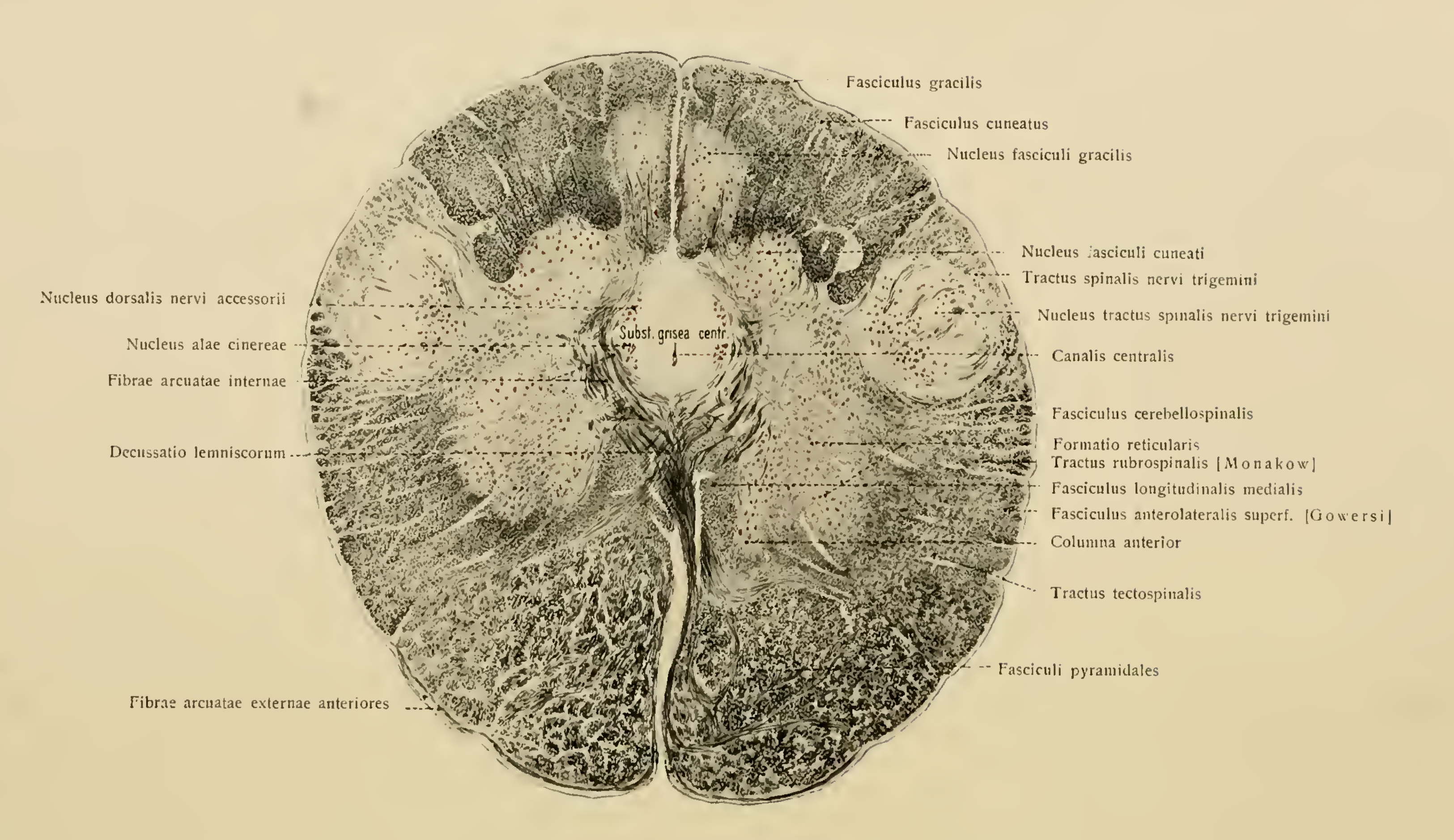


Fig. 210. Medulla oblongata. Querschnitt II (siehe Orientierungsfigur 213).
Decussatio lemniscorum, kaudales Ende des **Nucleus alae cinereae.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

Der feinere Bau des Pfropfkernes stimmt mit dem des Nucleus dentatus überein, während der Kugelkern mehr dem Bau des Dachkernes ähnlich ist. Der letztere besitzt pigmentierte multipolare Nervenzellen, welche bis 60 μ Durchmesser haben. Der Pfropf verhält sich zum Nucleus dentatus ähnlich, wie die Nebenoliven zum Olivenkern.

Über die Faserbahnen der Kleinhirnschenkel siehe das folgende Kapitel.

g) Mittelhirn, Brücke und verlängertes Mark.

Vorbemerkungen: Die verwickelte Mikrotopographie dieser Hirnteile wird, ebenso wie beim Rückenmark, mit Nutzen klargelegt durch Betrachtung und Erklärung einer Reihe von Querschnittsbildern, deren Einzelheiten zunächst erlernt werden müssen in der Art, wie die Topographie der Erdoberfläche mit Hilfe von Karten erlernt wird. Erst die völlige Kenntnis der verschiedenen Querschnittsbilder erlaubt die körperliche Vorstellung des gesamten Aufbaues. Zur weiteren Unterstützung der Anschauung dienen Modelle und Projektionszeichnungen, sowie Schnitte, welche in anderer Richtung geführt worden sind.

Wir werden hier nur eine systematische Folge von Querschnittsbildern betrachten, und später (im Kapitel Leitungsbahnen) an Projektionszeichnungen den Gesamtverlauf einzelner Bahnen übersehen. Über die Lage der Querschnitte belehrt die Orientierungsfigur 213.

Aus didaktischen Gründen empfiehlt es sich, vom Rückenmark auszugehen und von hier rostralwärts vorzuschreiten, denn so knüpfen wir an bekannte Verhältnisse an, und können die Änderungen im Aufbau leichter erklären und behalten.

1. I. Cervikalsegment.

Wir beginnen mit einem Schnitt durch das erste Cervikalsegment (Fig. 208). Das Rückenmark ist hier annähernd rund. Die graue Substanz ist entsprechend der geringen Stärke des ersten Cervikalnerven schwach entwickelt, die Vordersäulen sind schmal, der Hals der Hintersäule ist außerordentlich dünn, die Substantia gelatinosa post. (Rolandi) dagegen sehr stark. Die ganze Hintersäule ist etwas ventralwärts umgebogen. Die Formatio reticularis ist mächtiger als in den folgenden Cervikalsegmenten. Rechts ziehen Faserbündel durch die Basis der Vordersäule zum Vorderstrang der anderen Seite. Dies sind Fasern der Pyramiden-Seitenstrang-Bahn; wir haben also das kaudale Ende der Decussatio pyramidum vor uns.

2. Medulla oblongata, Querschnitt I.

Der Schnitt durch die Pyramidenkreuzung (Fig. 209) zeigt ventral vom Zentralkanal die dichte Masse der einander durchkreuzenden Bündel der Pyramiden-Seitenstrang-Bahn. Die schon gekreuzten Bündel bilden zu beiden Seiten der Fissura mediana ant. dichte Fasermassen, welche das kaudale Ende der Pyramiden der Medulla oblongata sind. Ihre einzelnen Bündel, Fasciculi pyramidales, sind quer, schief und längs getroffen. Die mediale Grenze der Vordersäule ist noch vorhanden, lateralwärts geht die Vordersäule auf in der Formatio reticularis. Diejenigen quer durchschnittenen Fasern, welche zwischen der Pyramidenkreuzung und der Vordersäule sich befinden, sind der Fasciculus longitudinalis medialis.

Im Innern des Gollschen Stranges tritt ein Kern auf, der Nucleus fasciculi gracilis. Der Kern des Burdachschen Stranges, Nucleus fasciculi cuneati, beginnt dagegen im Zusammenhang mit der zentralen grauen Substanz. Die Substantia gelatinosa posterior ist noch mächtiger geworden; nach außen von

ihr liegt der Tractus spinalis nervi trigemini an derselben Stelle, welche im Rückenmark die Zona terminalis inne hat. Die Kollateralen dieser Fasern ziehen in die Rolandosche Substanz (Fig. 232), welche nunmehr als Nucleus tractus spinalis nervi trigemini bezeichnet wird. Zu beiden Seiten des Zentralkanals liegt eine Zellengruppe, der Nucleus dorsalis nervi accessorii.

3. Medulla oblongata, Querschnitt II.

Der nächste Schnitt (Fig. 210) liegt dicht oberhalb der Pyramidenkreuzung. Der Nucleus fasciculi gracilis und der Nucleus fasciculi cuneati, sowie der Nucleus tractus spinalis nervi V sind größer geworden; auch der Tractus spinalis nervi trigemini ist mächtiger. In der grauen Substanz um den Zentralkanal tritt der Nucleus alae cinereae (Nucl. sensibilis nervi vagi) auf; dorsal von ihm befindet sich der Nucleus dorsalis nervi accessorii. Die Vordersäule ist nach medianwärts, gegen den Fasciculus longitudinalis medialis noch scharf abgegrenzt, nach der Seite geht sie ohne Grenze über in die Formatio reticularis. Der ventrale Teil des Schnittes wird gebildet von den mächtigen Pyramiden, deren einzelne Bündel, Fasciculi pyramidales, noch nach verschiedenen Richtungen durcheinanderlaufen, so daß man längs-, schräg- und quergeschnittene Bündel findet. Über die Faserzüge des Seitenstranges ist nichts Besonderes zu sagen.

Als neu auftretende Erscheinung sind die Fibrae arcuatae internae und die Fibrae arcuatae externae anteriores zu nennen. Erstere ziehen zu Bündeln vereinigt bogenförmig um die zentrale graue Substanz herum und kreuzen sich ventral vom Zentralkanal mit den Fasern der Gegenseite. Nach der Kreuzung biegt ein Teil der Fasern in aufsteigende Richtung um und verläuft neben der Mittellinie liegend in rostraler Richtung. Diese Fasern bilden die mediale Schleife, Lemniscus medialis (sensitivus); deshalb heißt die Kreuzung der Fibrae arcuatae intt. Schleifenkreuzung, Decussatio lemniscorum. Ein anderer Teil der Fasern, welche in der Schleifenkreuzung auf die Gegenseite gelangt sind, begibt sich nicht in die Schleife, sondern verläuft in der Raphe ventralwärts, liegt auf der medialen Oberfläche der Pyramide, biegt um die mediale untere Kante der Pyramide um, bedeckt die äußere (ventrale) Oberfläche der Pyramide und strebt dorsalwärts weiter. Diese Fasern heißen Fibrae arcuatae externae anteriores.

Über das Wesen der Fibrae arcuatae sei folgendes bemerkt. Die Fasern der Fasciculi gracilis et cuneatus, welche Neuriten sensibler Neuronen I. Ordnung sind, finden sämtlich in den Nuclei fasciculi gracilis et cuneati ihr Ende. Dort beginnt das II. sensible Neuron, die sekundäre sensible Bahn, mit den Ganglienzellen der genannten Kerne. Die Neuriten dieser Ganglienzellen ziehen als Fibrae arcuatae internae zur Decussatio lemniscorum, bilden den rostralwärts ziehenden Lemniscus medialis und die um die äußere Oberfläche der Medulla herumlaufenden Fibrae arcuatae ext. antt. Letztere sind also vorher Fibrae arcuatae intt. gewesen. Fig. 253, 254.

4. Medulla oblongata, Querschnitt III.

Im Schnitt (Fig. 211) füllt der Nucleus fasciculi gracilis beinahe den ganzen Raum des Gollschen Stranges aus. Der Nucleus fasciculi cuneati ist auch bedeutend größer geworden, doch liegt nach außen von ihm noch eine beträchtliche Menge von Fasern des Burdachschen Stranges. Auch der Nucleus tractus spinalis nervi V ist größer und ebenso der nach außen von ihm be-

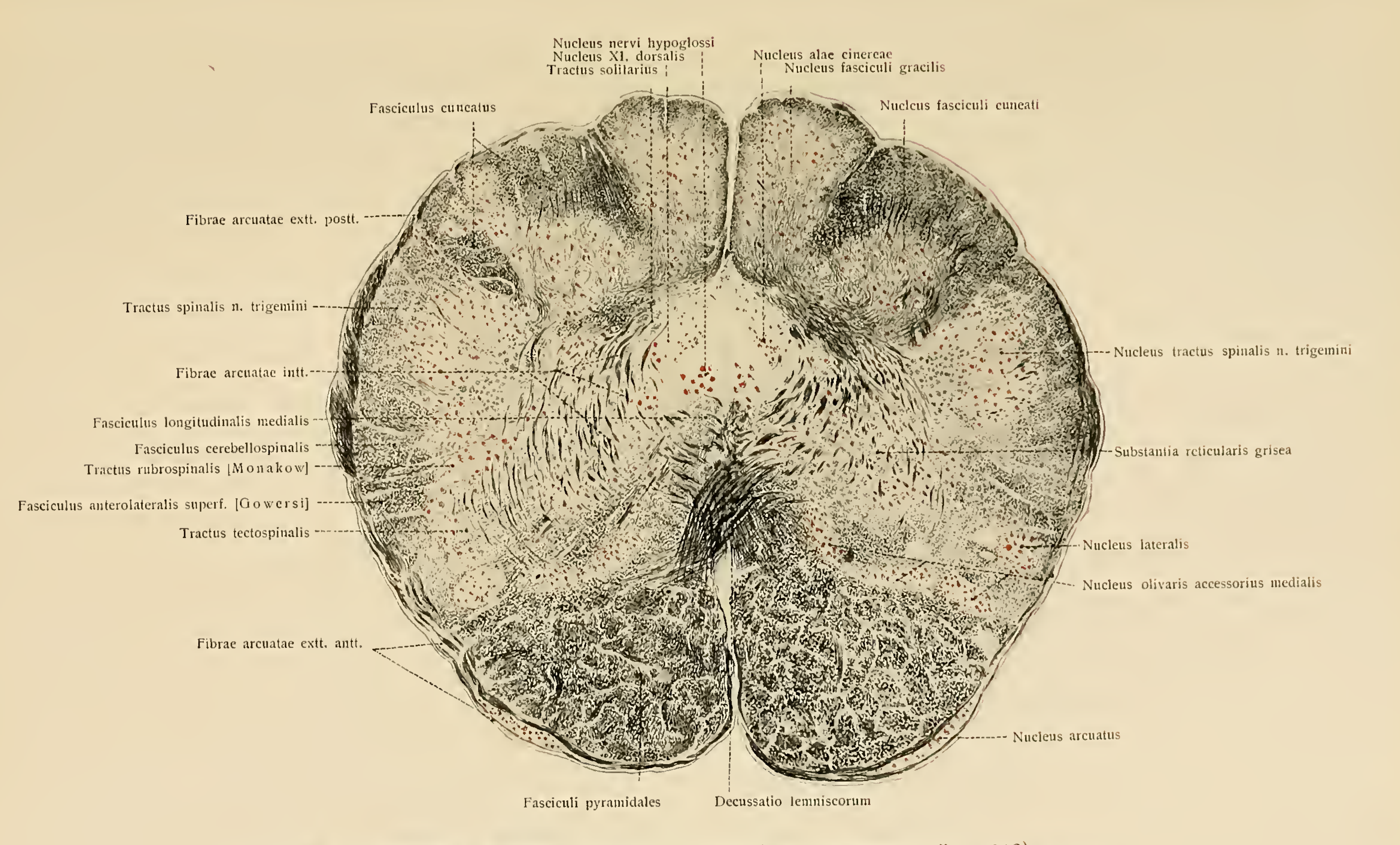


Fig. 211. Medulla oblongata. Querschnitt III (siehe Orientierungsfigur 213)
Caudales Ende des **Nucleus olivaris accessorius medialis**, des **Nucleus nervi hypoglossi** und des **Tractus solitarius.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

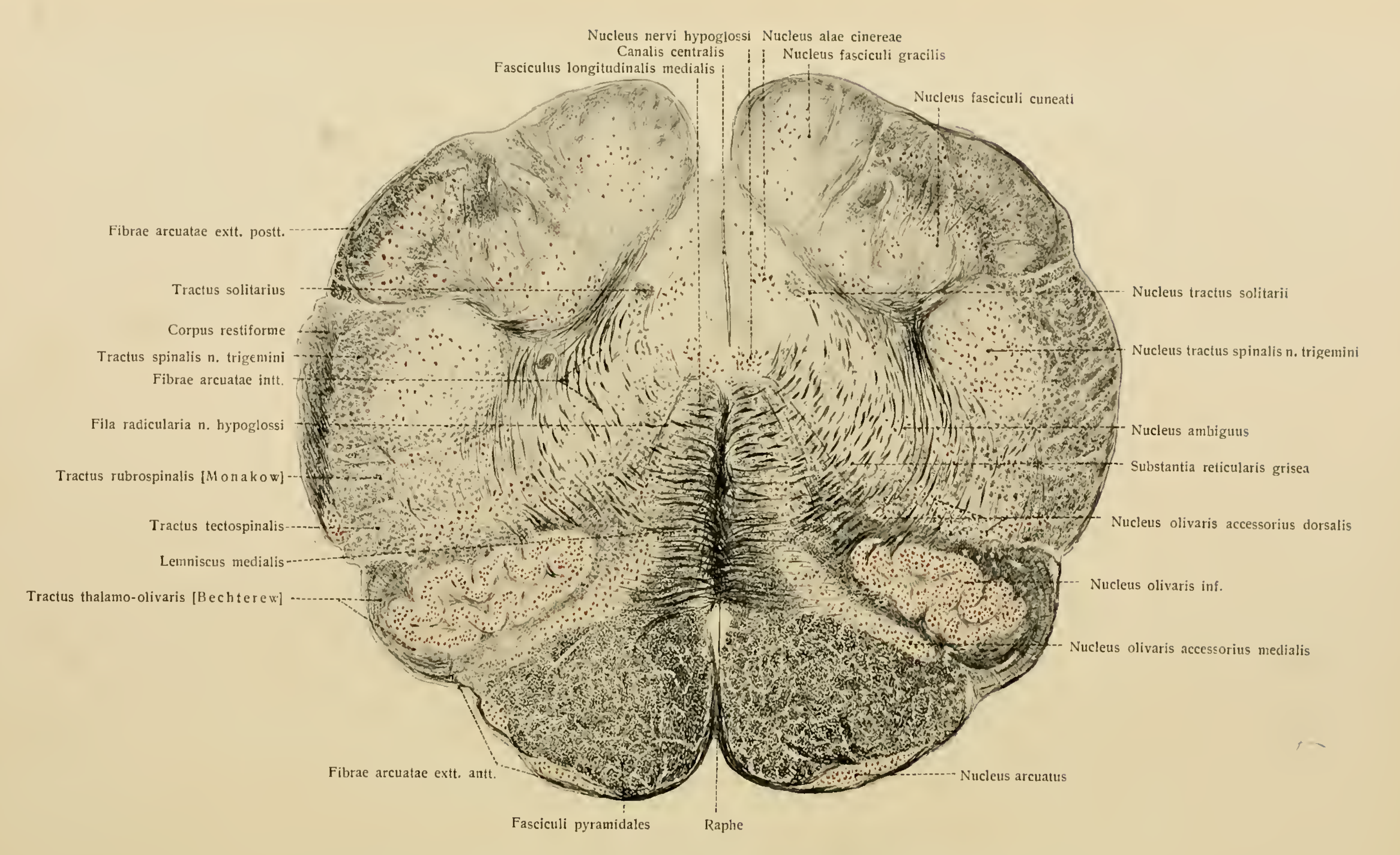


Fig. 212. Medulla oblongata. Querschnitt IV (siehe Orientierungsfigur 213).
Caudales Ende des **Nucleus olivaris inf.**, des **Nucleus ambiguus.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

findliche Tractus spinalis nervi V. Die Vordersäule des Rückenmarkes ist völlig aufgegangen in der Formatio reticularis. Die Pyramiden sind gegen die angrenzenden Teile gut abgegrenzt.

In der grauen Substanz um den Zentralkanal finden wir den Nucleus alae cinereae und den Nucleus dorsalis n. XI an bekannter Stelle (vergl. Fig. 210). Neu aufgetreten ist der Nucleus nervi hypoglossi. Er liegt ventral vom Zentralkanal jederseits dicht neben der Mittellinie, dicht oberhalb des Fasciculus longitudinalis medialis, ist ausgezeichnet durch große Zellen und zahlreiche mark-

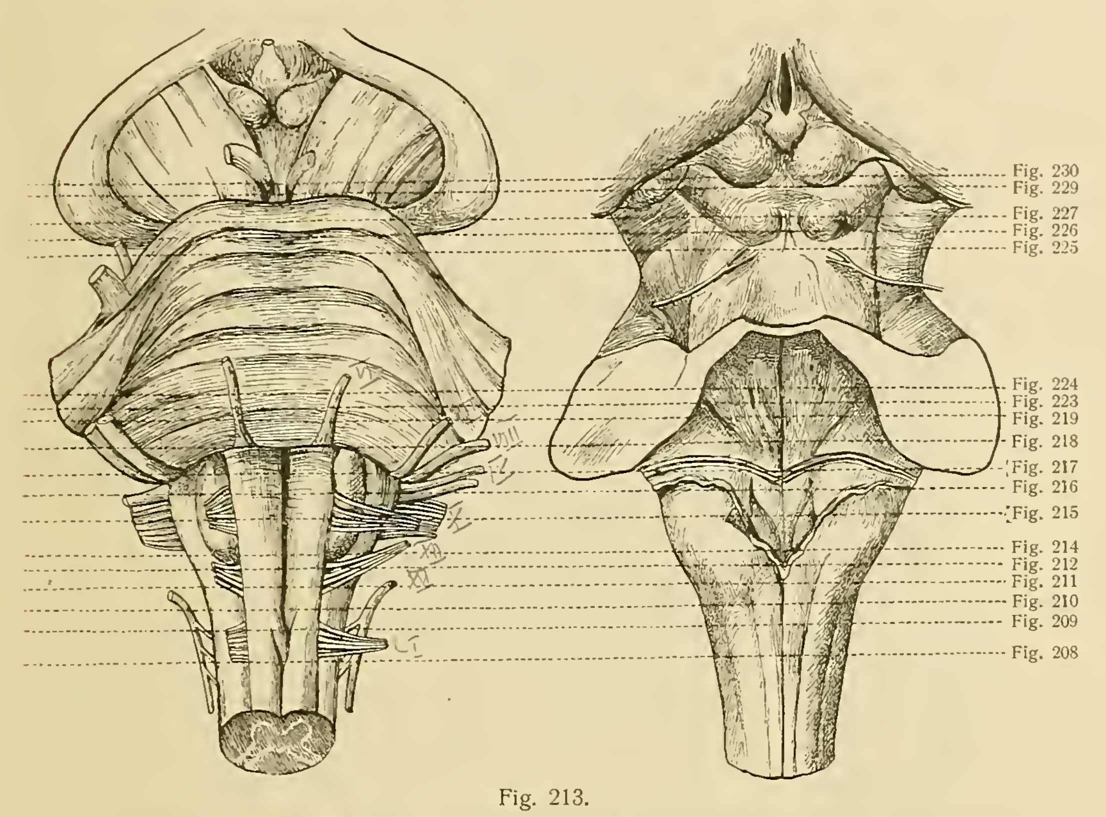


Fig. 213.

Orientierungsfigur über die Lage der Querschnittsbilder von Mittelhirn, Brücke und verlängertem Mark.

haltige Nervenfäserchen, welche in verschiedenster Richtung den Kern durchsetzen. Die Neuriten seiner Zellen ziehen schräg ventral- und lateralwärts an der seitlichen Grenze des Fasciculus longitudinalis medialis herab.

Neu ist auch ein Faserbündel, welches etwas dorsal vom Zentralkanal an der Grenze der zentralen grauen Substanz, seitlich vom Nucleus alae cinerae liegt. Es ist der Tractus solitarius (Radix descendens IX, X).

Die Zahl der Fibrae arcuatae intt. ist bedeutend größer als im vorher betrachteten Schnitt; die von ihnen beschriebenen Bögen durchsetzen in weiter Ausdehnung das Gebiet der Formatio reticularis, welche nunmehr auch als Substantia reticularis grisea bezeichnet wird.

Die Decussatio lemniscorum ist breit, der Lemniscus medialis ist stärker geworden. Die Fibrae arcuatae extt. antt. können auf der Oberfläche der Medulla oblongata verfolgt werden bis zu einer Stelle, welche dorsal liegt vom

Nucleus tractus spinalis nervi V. Sie liegen peripher vom Tractus spinalis nervi V und drängen ihn von der Oberfläche ab. Zu ihnen gesellen sich die Fasern des Fasciculus cerebello-spinalis, der Kleinhirn-Seitenstrang-Bahn, welche an der Peripherie des Seitenstranges liegt, und zwar im Rückenmark ventral von der Zona terminalis (Fig. 86), im Bereich der Medulla oblongata ventral von dem Tractus spinalis nervi trigemini. Die Fasern dieser Bahn biegen in der Höhe dieses Schnittes dorsalwärts um, gesellen sich zu den Fibrae arcuatae extt. antt. und ziehen mit diesen zusammen nach außen vom Tractus spinalis nervi trigemini zu einer Stelle dorsal von letzterem. Hier angelangt biegen sie beide in aufsteigende Richtung um und bilden so das kaudale Ende des Corpus restiforme. Zu diesem kommen als Fibrae arcuatae extt. posteriores Neuriten von Ganglienzellen der Nuclei fasciculi gracilis et cuneati derselben Seite.

Die Fasern des Fasciculus longitudinalis medialis ziehen schräg dorsalwärts und liegen dicht unterhalb der grauen Substanz links und rechts von der Medianlinie. An dieser Stelle werden wir sie bis zum Mittelhirn finden.

In dem Seitenstrang treten hier und da größere und kleinere Gruppen von Ganglienzellen auf, welche als Nuclei laterales bezeichnet werden. Dorsalwärts von der Pyramide befindet sich eine winklig gebogene Platte von grauer Substanz, der Nucleus olivaris accessorius medialis. Er grenzt an den Lemniscus medialis und liegt dicht an der dorsalen Grenze der Pyramide.

Neu sind auch graue Massen zwischen Pyramide und Fibrae arcuatae extt. antt. Sie werden als Nuclei arcuati bezeichnet. Wir werden sie im Verlauf der ganzen Medulla oblongata antreffen.

5. Medulla oblongata, Querschnitt IV.

Der folgende Schnitt (Fig. 212) liegt dicht unterhalb der Spitze des Calamus scriptorius und geht durch das kaudale Ende der Olive.

Der Zentralkanal ist zu einer langen schmalen Spalte geworden. Der Nucleus fasciculi gracilis und der Nucleus fasciculi cuneati erreichen an dieser Stelle ihr Maximum. Der Nucleus tractus spinalis nervi V und der Tractus spinalis nervi V sind noch größer geworden. Die Abgrenzung des letzteren gegen die Umgebung ist nunmehr sehr leicht, denn seine Nervenfasern sind sämtlich genau quer geschnitten und liegen in gleichmäßiger Weise verteilt nebeneinander. Nach außen und dorsal von ihm befindet sich das untere Stück des Corpus restiforme zusammengesetzt aus den Fibrae arcuatae extt. antt. et postt., sowie aus dem Tractus cerebellospinalis. Seine Fasern sind schräg getroffen, woraus folgt, daß sie noch weiter dorsalwärts ziehen.

Die zentrale graue Substanz zeigt ventral den Hypoglossuskern, weiter dorsal den Nucleus alae cinereae und den Tractus solitarius. An letzterem tritt ein kleiner Kern auf, Nucleus tractus solitarii.

Die Zahl der Fibrae arcuatae intt. ist noch größer wie vorher. Sie durchschreiten die Substantia reticularis grisea, die Substantia reticularis alba, kreuzen sich in der Mittellinie, der Raphe, biegen zum Teil, wie auf den früheren Schnitten, in den Lemniscus medialis um oder werden zu Fibrae arcuatae extt. antt. Die Wurzelfasern des Hypoglossus ziehen an der Grenze der Substantia reticularis grisea und alba schräg lateralwärts und ventralwärts.

Als Substantia reticularis alba wird derjenige Teil des Schnittes be-

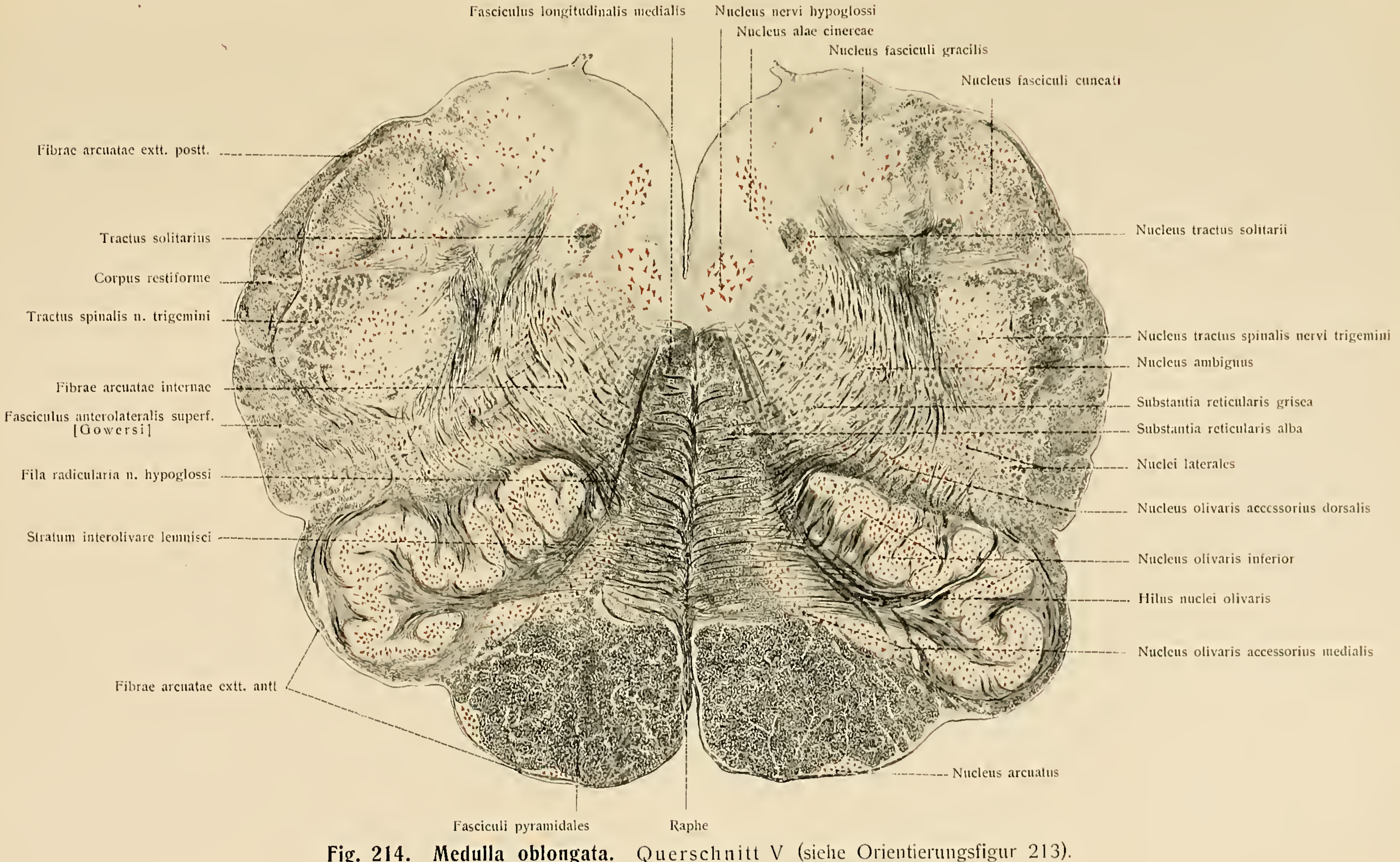


Fig. 214. Medulla oblongata. Querschnitt V (siehe Orientierungsfigur 213).
Der Schnitt geht durch das **caudale Drittel der Olive.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

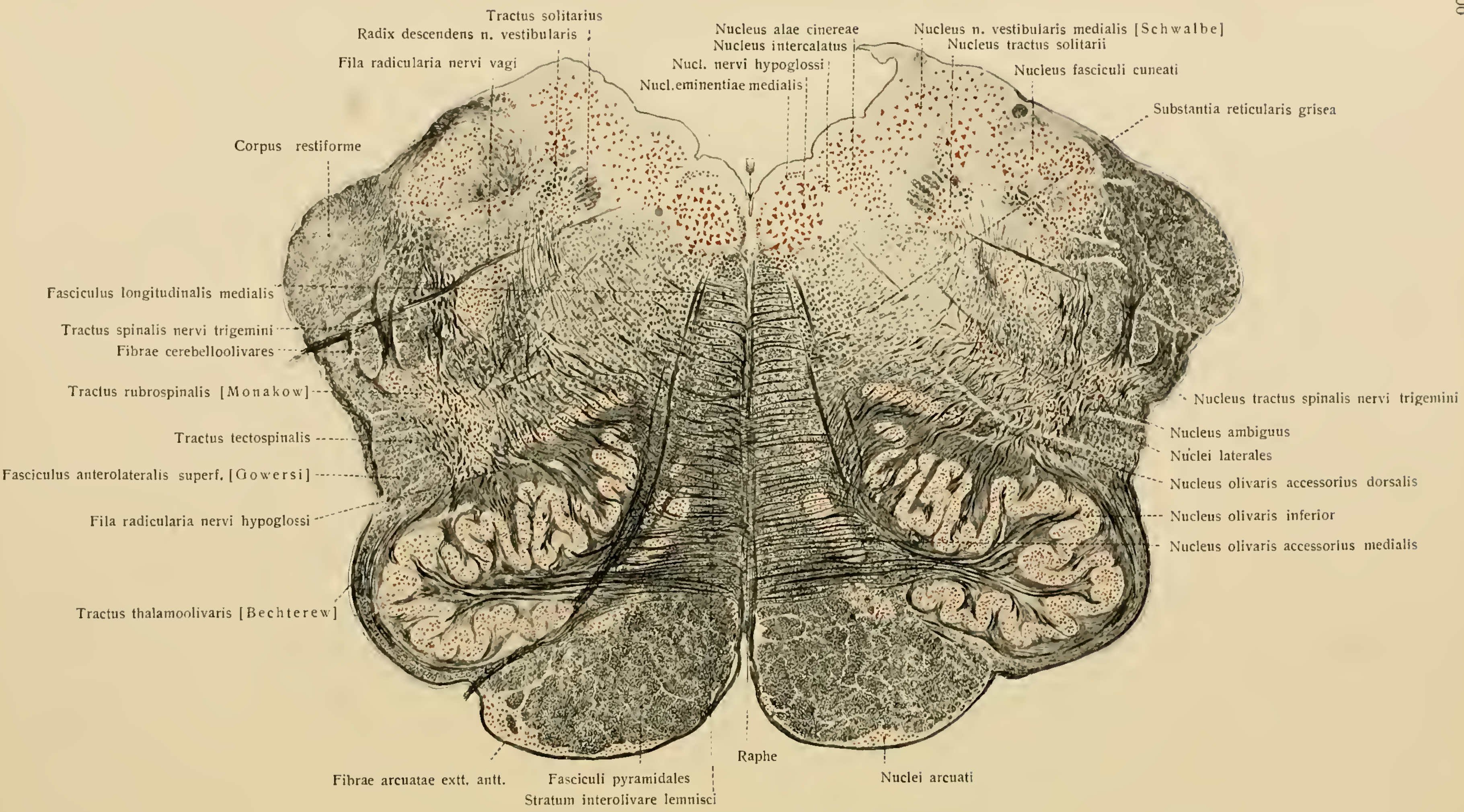


Fig. 215. Medulla oblongata. Querschnitt VI (siehe Orientierungsfigur 213).
Der Schnitt geht durch die **Mitte der Olive.** Der Pfeil bezeichnet den **Sulcus medianus fossae rhomboideae.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

zeichnet, welcher zwischen den Wurzelfasern des Hypoglossus und der Raphe sich befindet. Sie besteht aus den längs geschnittenen (quer verlaufenden) Fibrae arcuatae intt. und den quer durchschnittenen Bündeln des Fasciculus longitudinalis medialis und des Lemniscus medialis, sowie einer Menge von Ganglienzellen, welche namentlich längs der Raphe sich befinden. Der dorsale Teil ihrer quer geschnittenen Fasern ist der Fasciculus longitudinalis medialis, der ventrale (größere) Teil der quer durchschnittenen Fasern ist die mediale Schleife.

Die Substantia reticularis grisea besteht ebenfalls aus zahlreichen längs geschnittenen und zahlreichen quer geschnittenen Bündeln, doch überwiegt die zwischen diesen befindliche graue Substanz, während in der Substantia reticularis alba die Nervenfaserbündel überwiegen.

Neu tritt in der Substantia reticularis grisea ungefähr in der Mitte zwischen dem Nucleus tractus spinalis nervi V und den Wurzelfasern des Hypoglossus eine kleine Gruppe von Nervenzellen auf, Nucleus ambiguus, der motorische Vaguskern. Die Neuriten dieser Zellen ziehen schräg dorsalwärts und medianwärts zum Tractus solitarius und von dort in die Wurzelfasern des Vagus, welche auf der Figur nicht vorhanden sind.

Neu ist ferner der Nucleus olivaris inferior, eine reich gefaltete Platte grauer Substanz, welche zahlreiche mittelgroße Ganglienzellen enthält. Medianwärts und ventralwärts von ihm liegt der uns schon bekannte Nucleus olivaris accessorius medialis, dorsalwärts tritt nunmehr auch der Nucleus olivaris accessorius dorsalis auf.

Am lateralen Umfang des Nucleus olivaris inf. enden Fasern, welche vom Thalamus zur Olive herunterziehen, Tractus thalamoolivaris (Bechterew).

Über Pyramide, Nuclei arcuati und die Bahnen des Seitenstranges ist nichts Besonderes zu sagen.

6. Medulla oblongata, Querschnitt V.

Der folgende Schnitt (Fig. 214) geht durch das untere (kaudale) Drittel der Olive und durch das untere Ende der Rautengrube. Er bietet im wesentlichen ähnliche Verhältnisse wie der vorhergehende Schnitt, wenn auch alle einzelnen Teile, Kerne wie Faserzüge, kräftiger geworden sind. Nur der Nucleus fasciculi gracilis ist kleiner geworden. Ein erheblicher Unterschied besteht aber darin, daß der Zentralkanal sich zum IV. Ventrikel erweitert hat. Dadurch erfahren Nucleus n. hypoglossi und Nucleus alae cinereae eine Verlagerung derart, daß der letztere weiter seitwärts rückt. Dies wird in den folgenden Schnitten noch mehr hervortreten.

7. Medulla oblongata, Querschnitt VI.

Der Schnitt (Fig. 215) geht ungefähr durch die Mitte der Olive. Die graue Substanz enthält dicht neben dem (durch einen Pfeil bezeichneten) Sulcus medianus fossae rhomboideae den großen Hypoglossuskern, dessen Wurzelfasern in mehreren (2—3) Bündeln an der Grenze von Substantia reticularis alba und grisea schräg lateralwärts und ventralwärts ziehen und im Sulcus lateralis ant. zwischen Olive und Pyramide heraustreten.

Dorsalwärts vom Hypoglossuskern befindet sich der kleinzellige Nucleus eminentiae medialis (früher Nucl. funiculi teretis), lateralwärts der Nucleus intercalatus.

Die graue Substanz im Bereich der Ala cinerea enthält den Nucleus alae cinereae. Lateralwärts und dorsalwärts von diesem tritt schon der Nucleus n. vestibularis medialis (Schwalbe) des N. acusticus auf.

Vom Nucleus fasciculi gracilis ist nichts mehr zu sehen; der Nucleus fasciculi cuneati ist noch vorhanden. Der Nucleus tractus spinalis nervi trigemini ist kleiner als vorher, dagegen ist der Tractus spinalis nervi trigemini noch stärker geworden. Er wird durchsetzt von den Wurzelfasern des N. vagus und von Fasern, welche aus den Olivenkernen kommen, und wird dadurch in einzelne Bündel zerlegt, deren Zusammengehörigkeit aus dem gleichartigen Aussehen erschlossen werden kann.

Bedeutend kräftiger ist das Corpus restiforme, welches einen starken seitlichen Vorsprung am Schnittbild bedingt. Der Tractus solitarius und sein Kern sind stärker als auf den vorhergehenden Schnitten. Lateralwärts und dorsalwärts von ihm treten zahlreiche größere und kleinere, genau quergeschnittene Bündel von Nervenfasern auf, welche insgesamt die Radix descendens n. vestibularis darstellen.

Der Nucleus ambiguus ist rechts etwas deutlicher, links ist er kaum zu erkennen. Über die Nuclei laterales und die Bahnen des Seitenstranges ist nichts Besonderes zu sagen. Der Nucleus olivaris accessorius dorsalis ist größer und schärfer abgegrenzt. Der Nucleus olivaris accessorius medialis liegt mehr im Bereich des Lemniscus. Der Nucleus olivaris inf. zeigt sich als stark gefaltete, medianwärts offene Platte. Die Öffnung wird als Hilus nuclei olivaris bezeichnet. Die starken, längs getroffenen Bündel, welche in ihn hinein- bezw. heraustreten, bilden den Pedunculus nuclei olivaris. Er besteht zum großen Teil aus Neuriten der Zellen des Nucleus olivaris inf., welche auf die Gegenseite ziehen, nach Durchschreitung des Seitenstranges den Tractus spinalis nervi trigemini mit mehreren dicken Bündeln durchsetzen, sowie an ihm vorbei mit anderen Bündeln zum Corpus restiforme ziehen, woselbst sie in aufsteigende Richtung umbiegen. Die Fasern heißen Fibrae cerebelloolivares.

An der Pyramide, den Fibrae arcuatae ext. antt. und den Nuclei arcuati sind keine wesentlichen Veränderungen aufgetreten.

8. Medulla oblongata, Querschnitt VII.

Der Schnitt (Fig. 216) durch das rostrale Drittel der Olive zeigt die Kerne der grauen Substanz der Rautengrube im wesentlichen in derselben Anordnung wie der vorhergehende Schnitt, doch ist nunmehr auch der Nucleus fasciculi cuneati nicht mehr vorhanden.

Links und rechts vom Sulcus medianus liegt der Hypoglossuskern, über ihm der Nucleus eminentiae medialis, weiter seitlich der Nucleus intercalatus, Nucleus alae cinereae und der Nucleus n. vestibularis medialis (Schwalbe).

Das Corpus restiforme hat beträchtlich an Masse zugenommen, was sich durch die große Zahl der Fibrae cerebelloolivares erklärt.

Die äußere Oberfläche des Corpus restiforme ist von grauer Substanz und von längsgeschnittenen Nervenfasern bedeckt. Beide gehören dem Nervus acusticus an.

Der Tractus solitarius und sein Kern sind stärker geworden; die Zahl

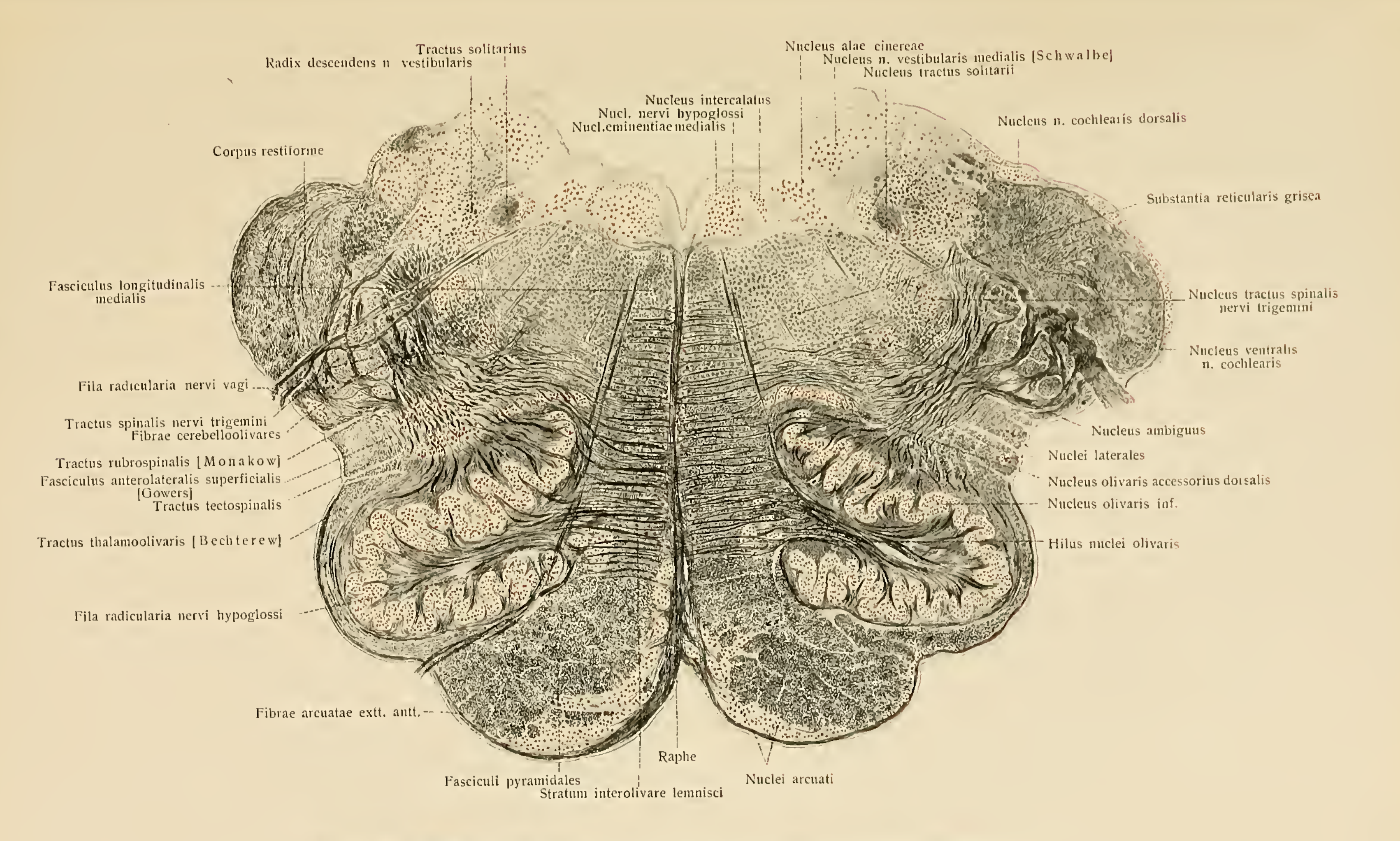


Fig. 216. Medulla oblongata. Querschnitt VII (siehe Orientierungsfigur 213).
Der Querschnitt geht durch das **rostrale Drittel der Olive.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

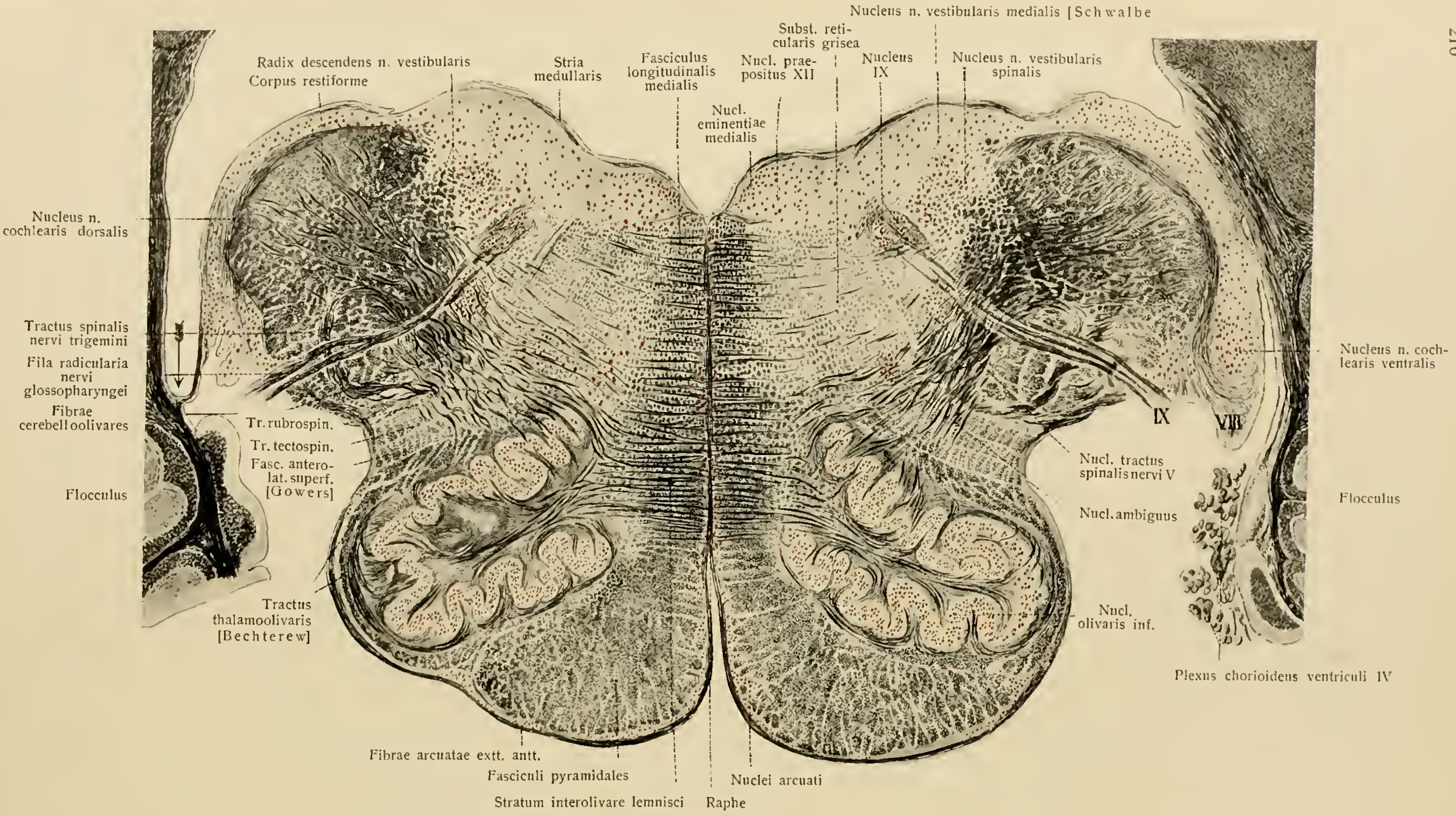


Fig. 217. Medulla oblongata. Querschnitt VIII (siehe Orientierungsfigur 213).
Der Schnitt geht links durch den Recessus lateralis ventriculi quarti, dessen ventrales Ende durch einen ↓ Pfeil bezeichnet ist.
Rechts ist die rostrale Wand des Recessus tangential angeschnitten
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

und die Dicke der Bündel der Radix descendens n. vestibularis sind vermehrt, zwischen ihnen liegen zahlreiche große Ganglienzellen.

Der Nucleus tractus spinalis nervi trigemini ist kleiner geworden, die Fasermasse des Tractus spinalis nervi trigemini aber hat noch mehr zugenommen und wird in mehrere Bündel zerspalten durch die Fibrae cerebello-olivares und die Wurzelfasern des Vagus.

Die Fasermassen des Lemniscus medialis erfahren eine fortdauernde Zunahme. Man bezeichnet die zwischen den Oliven befindlichen Teile der Substantia reticularis alba als Stratum interolivare lemnisci.

Der Nucleus olivaris inferior erreicht hier seine stärkste Ausbildung. Der Nucleus olivaris accessorius medialis ist nur noch schwach ausgebildet, der Nucleus olivaris accessorius dorsalis dagegen ist nicht schwächer geworden.

Die Pyramide springt stark ventral hervor, die sie umgebenden Nuclei arcuati sind viel stärker als vorher und liegen wesentlich auf der medialen Oberfläche der Pyramide. Fibrae arcuatae extt. antt. sind reichlich vorhanden.

Über Nucleus ambiguus, Nuclei laterales und die Bahnen des Seitenstranges ist nichts Neues zu sagen.

9. Medulla oblongata, Querschnitt VIII.

Der Schnitt durch das rostrale Ende der Medulla oblongata trifft die oberen Teile des Recessus lateralis ventriculi quarti. In der Fig. 217 ist der Recessus lat. ventriculi IV links noch vorhanden; rechts ist die obere Wand desselben tangential angeschnitten. Man erkennt, daß die laterale Wand des Recessus vom Stiel des Flocculus, die mediale vom Corpus restiforme und den auf ihm befindlichen Akustikuskernen gebildet wird. Auch die obere Wand wird von den Akustikuskernen gebildet.

In dieser Ebene ist kein Hypoglossuskern mehr vorhanden. Die an seiner Stelle befindlichen Kernmassen werden als Nucleus praepositus nervi hypoglossi bezeichnet. Der Nucleus eminentiae medialis aber ist noch vorhanden.

Das ganze übrige Gebiet der grauen Substanz der Rautengrube ist Nucleus n. vestibularis medialis (Schwalbe). Der Nucleus n. cochlearis ventralis liegt ventral vom Corpus restiforme und reicht bis zur Eintrittsstelle des Nervus glossopharyngeus. Beide Kerne hängen miteinander zusammen durch den Nucleus n. cochlearis dorsalis, welcher die äußere Oberfläche des Corpus restiforme und die obere Wand des Recessus lat. ventriculi quarti bekleidet.

Der Tractus solitarius hört in dieser Gegend auf. Er besteht aus absteigenden Fasern des Glossopharyngeus und des Vagus und kann deshalb nicht weiter rostralwärts vorhanden sein, als Wurzelfasern dieser Nerven eintreten, und in dieser Gegend treten die rostralen Bündel des N. glossopharyngeus ein. Dagegen ist die Radix descendens n. vestibularis noch mächtiger geworden.

Die beiden Nebenoliven sind nicht mehr vorhanden, der Nucleus olivaris inf. aber ist noch kräftig, deshalb ziehen auch noch zahlreiche Fibrae cerebellooliyares durch den Tractus spinalis nervi trigemini und dorsalwärts von ihm zum Corpus restiforme.

Über die anderen Kerne und Bahnen ist nichts Besonderes zu sagen.

10. Pons. Querschnitt I.

Der Schnitt (Fig. 218), welcher die ventrale Fläche der Medulla oblongata dicht unterhalb der Brücke durchschneidet, trifft seitlich schon die Brachia pontis und die Umbiegungsstelle des Corpus restiforme in das Kleinhirn.

Man sieht die Fasern des Corpus restiforme umbiegen und dann längs geschnitten schräg dorsalwärts und seitwärts verlaufen.

Ventral vom Corpus restiforme sind die Fasern des N. acusticus und der Nucleus n. cochlearis ventralis dieses Nerven getroffen. Besonders gut kann man den Ramus vestibularis verfolgen, dessen Fasern zwischen Corpus restiforme und Tractus spinalis nervi trigemini dorsalwärts zu den dort gelegenen Kernen ziehen. Es liegen hier der großzellige Deiterssche Kern, Nucleus n. vestibularis lat. (Deiters), ferner mehr medianwärts der Nucleus n. vestibularis medialis (Schwalbe) und dorsalwärts von ihm der Bechterewsche Kern, Nucleus n. vestibularis sup. (Bechterew).

Die graue Substanz am Boden des vierten Ventrikels ist sehr dünn geworden. Sie enthält außer den schon genannten Kernen nur noch den Nucleus eminentiae medialis. Medianwärts von dem Tractus spinalis nervi V tritt ein kräftiger großzelliger Kern auf, der Nucleus nervi facialis. Die Neuriten seiner Ganglienzellen ziehen schräg medianwärts und dorsalwärts in der Richtung zum Sulcus medianus fossae rhomboideae. Dieser Abschnitt der Facialiswurzel heißt Pars prima radicis nervi facialis.

Wir wollen hier gleich den weiteren Verlauf der Fasern anschließen und dazu die beiden Figuren 219, 223 mit heranziehen, und durch die schematische Figur 220 die Vorstellung unterstützen: In der Nähe des Sulcus medianus fossae rhomboideae angelangt, biegen die Fasern des Facialis in rostrale Richtung um und bilden ein Bündel von ovalem Querschnitt jederseits in einiger Entfernung von dem genannten Sulcus (siehe Fig. 219). Nach Zurücklegung einer kurzen Strecke biegt das Bündel unter Bildung eines scharfen Winkels, inneres Knie des Facialis, Genu (internum) nervi VII, um, und verläuft im Bogen zunächst seitwärts, dann ventralwärts und seitwärts (Fig. 220, 223), dann ventralwärts und kaudalwärts, so daß die Wurzelfasern am kaudalen Rande der Brücke heraustreten.

Wir kehren jetzt zur Betrachtung der Fig. 218 zurück:

Umschlossen vom Knie des Nervus facialis befindet sich der Nucleus nervi abducentis.

Die Substantia reticularis alba enthält in der Mitte mehr graue Substanz und zahlreiche Ganglienzellen. Letztere bilden den Nucleus reticularis tegmenti. Dadurch werden Fasciculus longitudinalis medialis und Lemniscus medialis voneinander getrennt.

Der Nucleus olivaris inf. erreicht in dieser Gegend sein rostrales Ende. Die Pyramiden springen stark ventralwärts vor, sind von Fibrae arcuatae extt. und Nuclei arcuati umgeben.

11. Pons. Querschnitt II.

Der nächste Schnitt (Fig. 219) geht durch den kaudalen Teil der Brücke. Die seitlichen Teile des Schnittes sind dichte Fasermassen, die Brachia pontis. Diese ziehen ventralwärts und medianwärts. Sie teilen sich im Gebiet der Brücke in einzelne Bündel. Diese ziehen teils als Fibrae pontis superficiales ventral über die

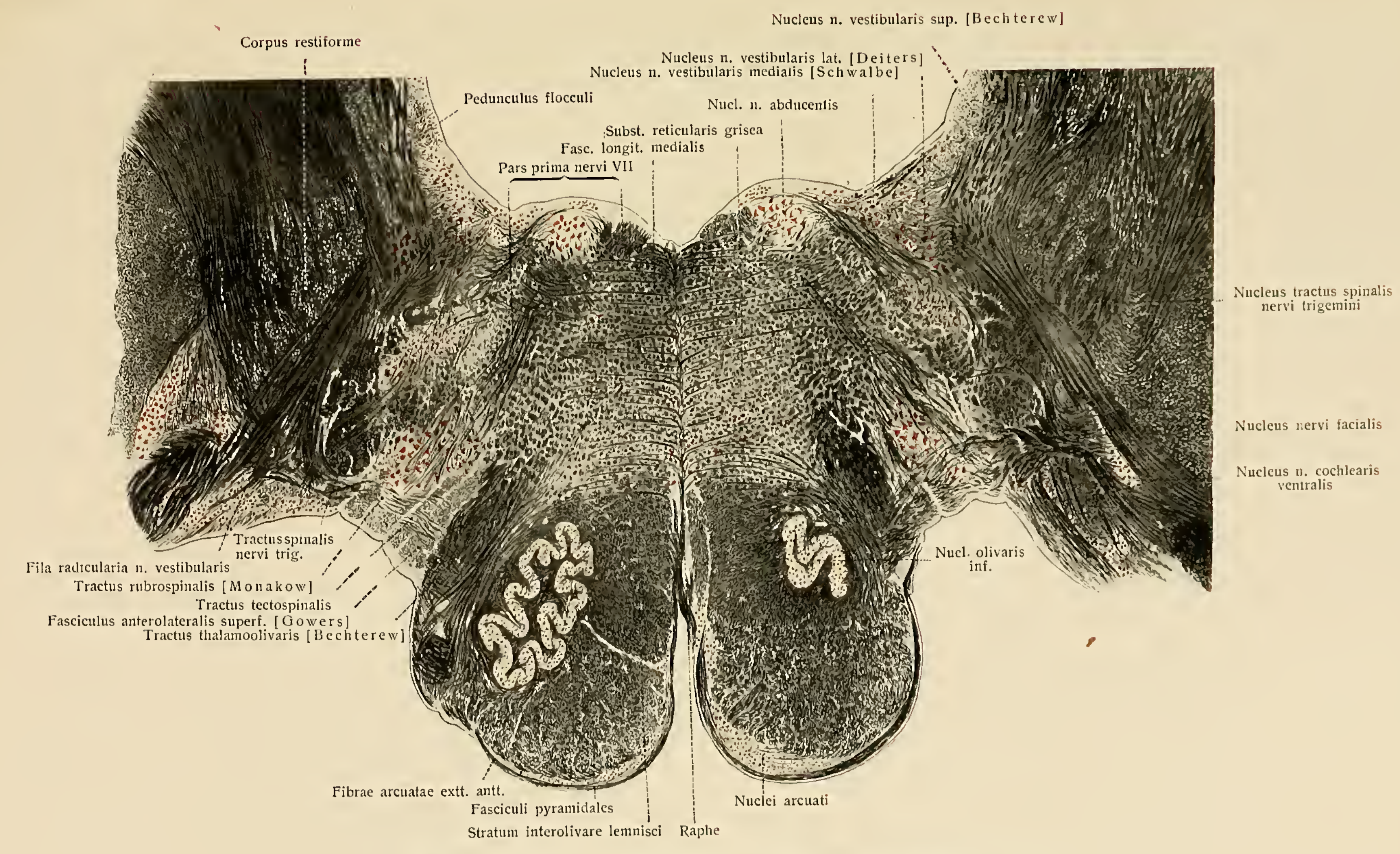


Fig. 218. Pons. Querschnitt I (siehe Orientierungsfigur 213).
Rostrales Ende des **Nucleus olivaris inferior; Nuclei VI, VII, VIII.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

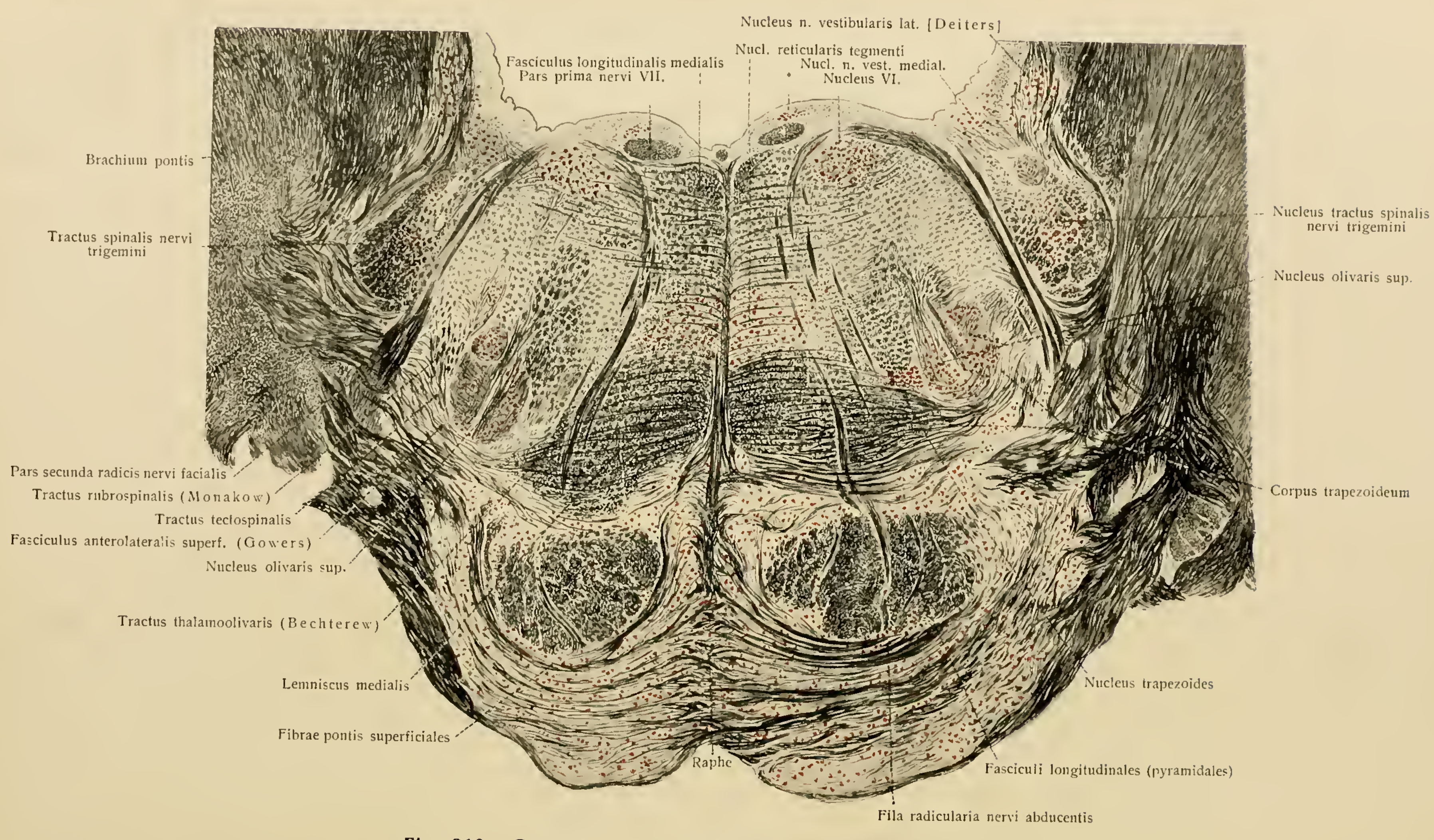


Fig. 219. Pons. Quersehnitt II (siehe Orientierungsfigur 213).
Wurzelfasern von Facialis und Abducens; Nucleus olivaris sup.
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot. * Nucleus eminentiae medialis.

Pyramiden, welche im Gebiet der Brücke, Fasciculi longitudinales (pyramidales) heißen, verdecken diese und schieben sich auch als Fibrae pontis profundae zwischen die Pyramide und die dorsalwärts von ihr befindlichen Teile ein. Diese queren Brückenfaserbündel kreuzen sich in der Mittellinie. Zwischen ihnen liegen große Massen grauer Substanz, welche Nuclei pontis genannt werden. Die Fasciculi longitudinales, die Nuclei pontis und die Fibrae pontis zusammen bilden die Pars basilaris pontis; die Pars dorsalis pontis ist die Fortsetzung der Medulla oblongata abzüglich der Pyramiden.

Bei der genaueren Betrachtung der Pars dorsalis pontis gehen wir auch wieder vorteilhaft von der Rautengrube, und zwar vom Sulcus medianus fossae rhomboideae aus.

Von Kernen sind in dem Höhlengrau nur der Nucleus eminentiae medialis, der Nucleus n. vestibularis lat. (Deiters) und der Nucleus n. vestibularis sup.

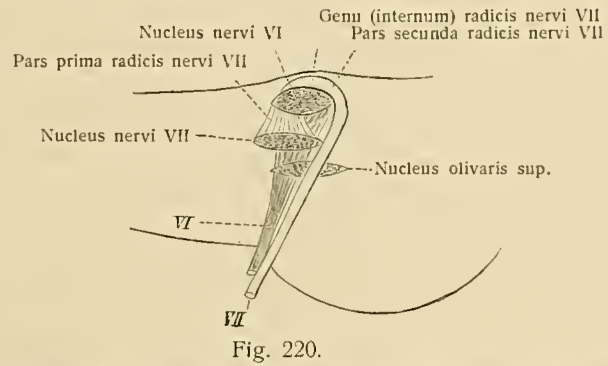


Fig. 220.

Schematische Darstellung des Verlaufes der Facialiswurzel in seitlicher (von rechts) Ansicht.
Die Brücke ist durchsichtig gedacht. *VI* N. abducens; *VII* Nervus facialis.

(Bechterew) vorhanden. Das ovale Bündel jederseits neben dem Sulcus medianus ist der Querschnitt des inneren Knies des Facialis Genu (internum) n. facialis. Ventral von ihm befindet sich der Fasciculus longitudinalis medialis, dessen Faserbündel dicht nebeneinander liegen und ein Feld von dreiseitigem Querschnitt einnehmen. Seitlich von letzterem sind die Wurzelfaserbündel des Nervus abducens getroffen, welche auf der medialen Seite ihres Kerns heraustreten und zunächst im Bogen medianwärts, dann schräg ventralwärts und kaudalwärts durch die Substantia reticularis, den Lemniscus medialis und die Fasciculi longitudinales (pyramidales) verlaufen. Der Austritt aus der Brücke kann in diesem Schnitt nicht getroffen sein, weil er sich am kaudalen Rande der Brücke befindet. Dorsalwärts und lateralwärts vom Abducenskern zieht die Pars secunda nervi facialis ventralwärts, indem sie dicht am medialen Rande des Tractus spinalis n. V entlang zieht. Letzterer ist außerordentlich stark und enthält zahlreiche zerstreute graue Massen.

Medianwärts von der Pars secunda nervi VII tritt eine u-förmig gebogene Platte grauer Substanz auf, der Nucleus olivaris sup. Eine Ganglienzellengruppe an dessen medialer Umgrenzung ist der Nucleus trapezoides, Trapezkern, welcher ebenso wie die obere Olive zum Corpus trapezoideum gehört. Dies sind quer verlaufende, durch das Gebiet des Lemniscus medialis ziehende Faserzüge, welche sich in der Mittellinie kreuzen. Sie stellen die Neuriten der Zellen

der Nuclei n. cochlearis dar, sind also Neuronen II. Ordnung der Gehörleitung und endigen vielleicht in der oberen Olive, von welcher dann das Neuron III. Ordnung der Gehörleitung entspringt und, wie wir weiter unten sehen werden, als Lemniscus lateralis (acusticus) zu den Vierhügeln zieht. Fig. 221, 222.

Das Gebiet des Lemniscus medialis liegt noch dicht an der Raphe, dehnt sich aber weiter lateralwärts aus, als im Bereich der Medulla oblongata und ist dafür in dorso-ventraler Richtung platter.

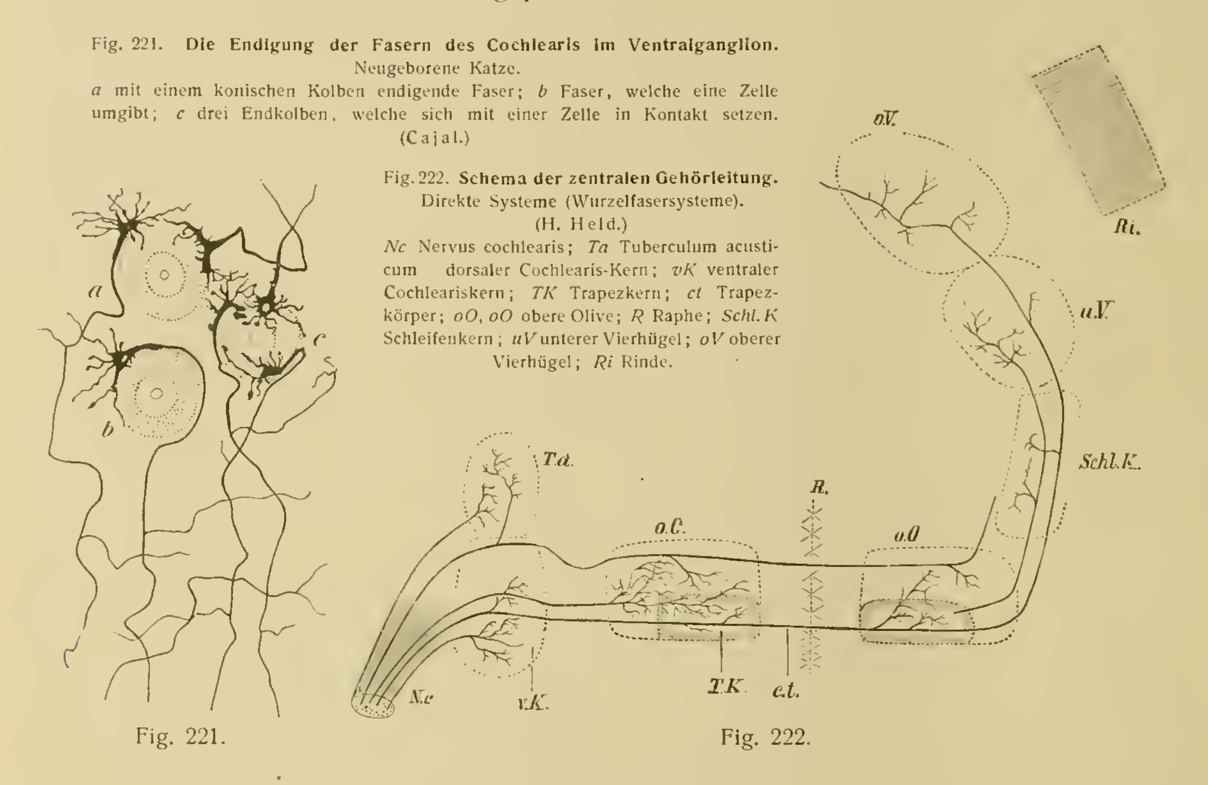


Fig. 221. **Die Endigung der Fasern des Cochlearis im Ventralganglion.** Neugeborene Katze. *a* mit einem konischen Kolben endigende Faser; *b* Faser, welche eine Zelle umgibt; *c* drei Endkolben, welche sich mit einer Zelle in Kontakt setzen. (Cajal.)

Fig. 222. **Schema der zentralen Gehörleitung.** Direkte Systeme (Wurzelfasersysteme). (H. Held.) *Nc* Nervus cochlearis; *Ta* Tuberculum acusticum dorsaler Cochlearis-Kern; *vK* ventraler Cochleariskern; *TK* Trapezkern; *ct* Trapezkörper; *oO*, *oO* obere Olive; *R* Raphe; *Schl.K* Schleifenkern; *uV* unterer Vierhügel; *oV* oberer Vierhügel; *Ri* Rinde.

Fig. 221. Fig. 222.

12. Pons. Querschnitt III.

Der nächste Schnitt (Fig. 223) zeigt nur geringe Abweichungen von dem vorher betrachteten, denn er liegt nur wenig weiter rostral. An der Pars basilaris beginnt die Zerklüftung der Fasciculi longitudinales in einzelne kleinere Bündel. Die queren Brückenfasern und die Kerne sind etwas reichlicher als beim vorher betrachteten Schnitt.

An der Pars dorsalis ist der Übergang des inneren Knies in die Pars secunda nervi VII getroffen. Der Abducenskern ist nicht mehr vorhanden, von seinen Wurzelfasern sind noch einige Stücke im Gebiet der Substantia reticularis und des Lemniscus zu sehen. Corpus trapezoideum, Nucleus olivaris sup. und Lemniscus medialis verhalten sich ähnlich wie am vorher betrachteten Schnitt.

Auf der rechten Seite ist noch der Tractus spinalis nervi V zu sehen, links sind an Stelle der quergeschnittenen Fasern des Tractus längsgeschnittene vorhanden. Es sind die Wurzelfasern des Nervus trigeminus. Die lateral von ihnen befindlichen grauen Massen stellen die Nuclei sensibiles V, die mediale Gruppe größerer Zellen ist der Nucleus motorius V. Ein dorsalwärts ziehendes Bündel ist die Radix mesencephalica V.

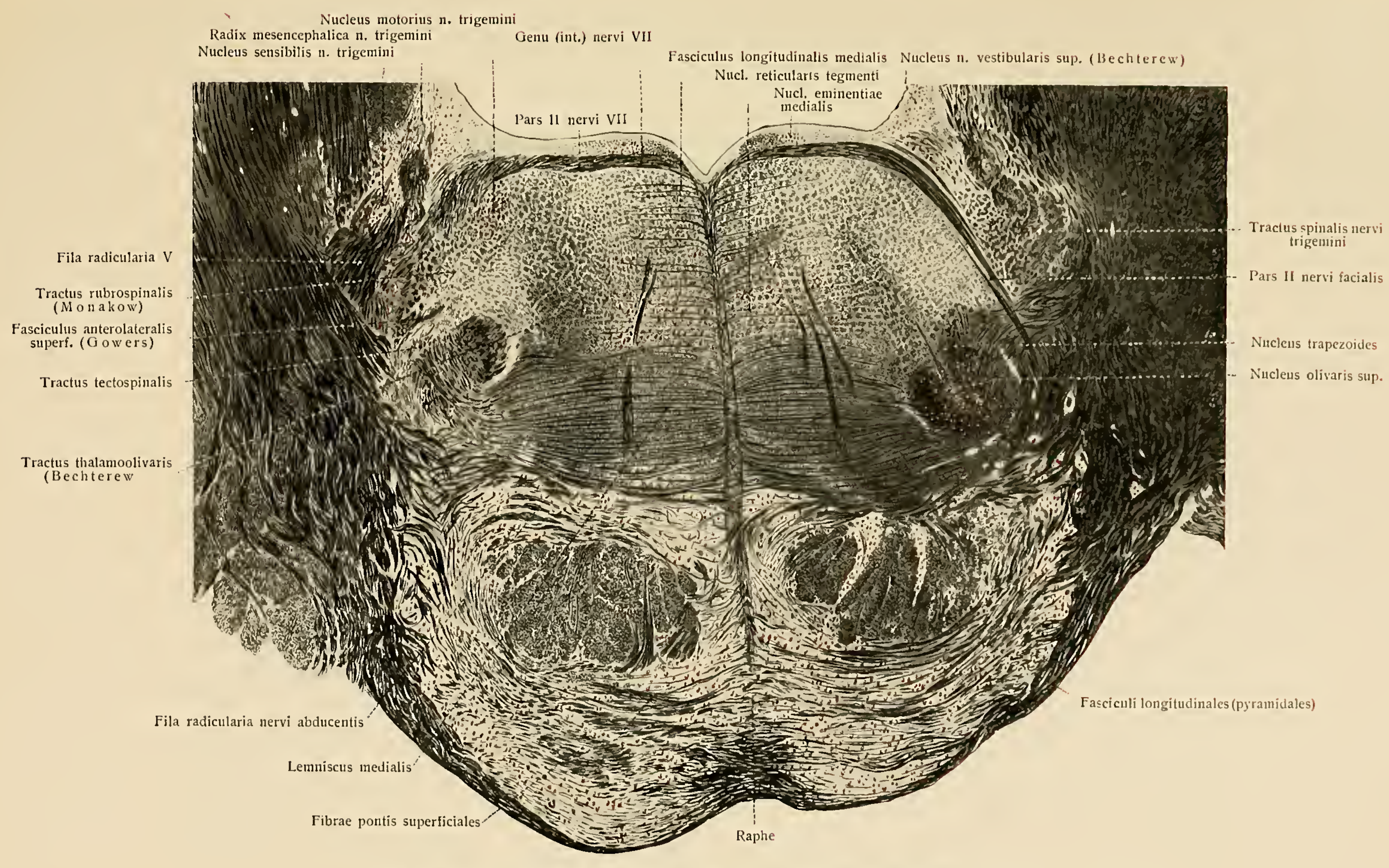


Fig. 223. Pons. Querschnitt III (siehe Orientierungsfigur 213).
Inneres Knie des Facialis. – Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

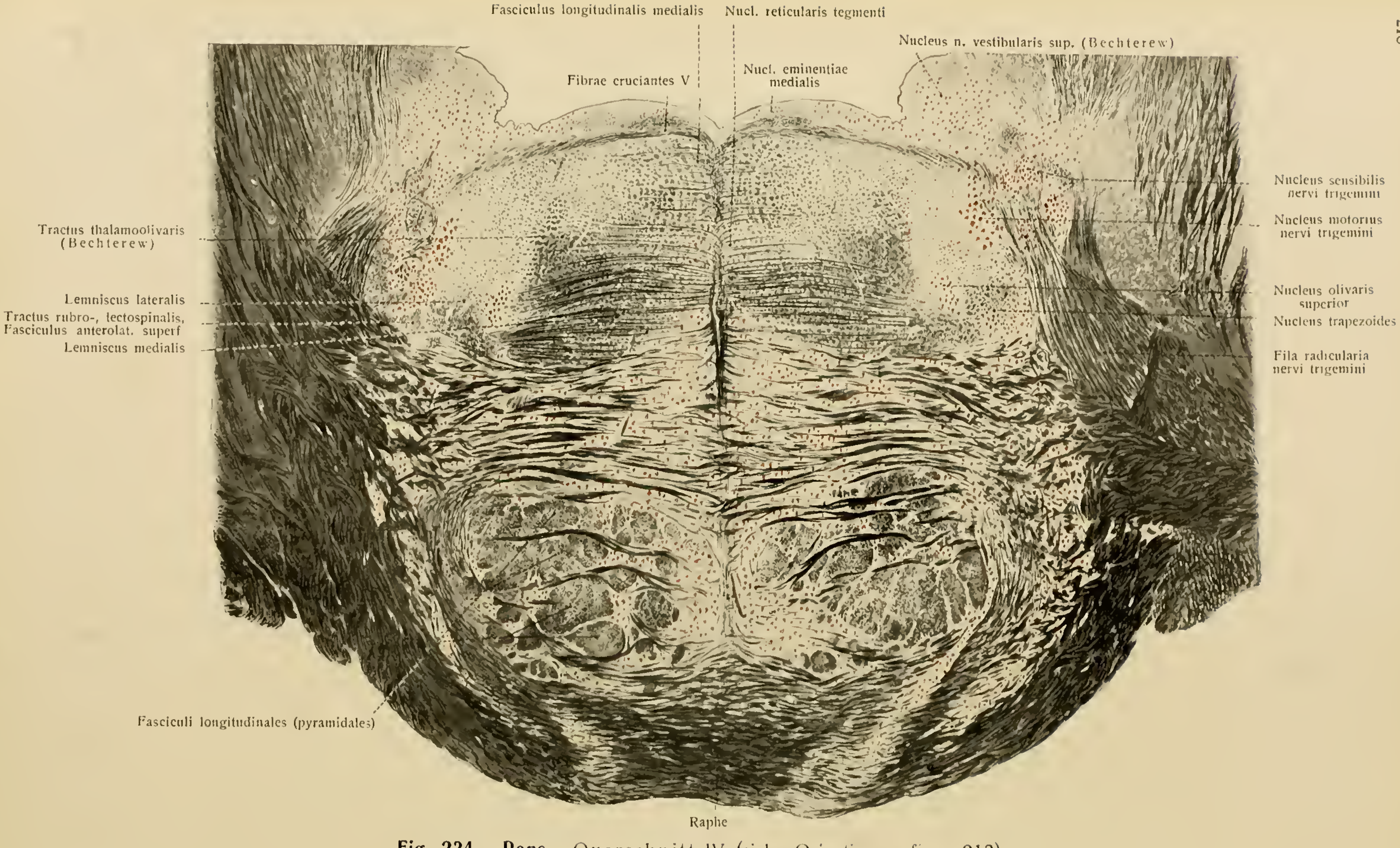


Fig. 224. Pons. Querschnitt IV (siehe Orientierungsfigur 213).
Wurzelfasern des Trigeminus.
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

13. Pons. Querschnitt IV.

Im folgenden Schnitt (Fig. 224) ist die Pars basilaris pontis sehr viel größer geworden, die Pars dorsalis dagegen nimmt an Masse ab. Innerhalb der ersteren ist die Zerklüftung der Fibrae longitudinales weiter gediehen, und ihre Menge größer geworden. Dies kommt daher, daß quere Brückenfasern aus der queren Richtung in die aufsteigende umbiegen, und umgekehrt absteigende Längsfasern der Brücke in quere umbiegen. Beides bewirkt im gleichen Sinne eine Zunahme der quer geschnittenen Fasern, so daß wir um so mehr längsverlaufende Brückenfasern finden, je weiter wir in der Brücke rostralwärts vorschreiten.

In der Pars dorsalis pontis finden wir im grauen Belag des Ventrikelbodens immer noch den Nucleus eminentiae medialis und seitlich den Nucleus n. vestibularis sup. (Bechterew). Ferner dicht unterhalb der grauen Substanz, seitlich neben der Mittellinie das dreiseitige Feld des Fasciculus longitudinalis medialis. Ventral von ihm den Nucleus reticularis tegmenti und noch weiter ventral den Lemniscus medialis, welcher beginnt sich von der Mittellinie zu entfernen und von Fasern des Corpus trapezoideum in querer Richtung durchsetzt ist. Die rostralen Enden des Nucleus olivaris sup. und des Nucleus trapezoides sind an entsprechender Stelle zu sehen und eben dort die quer getroffenen Fasern der lateralen Schleife, Lemniscus lateralis, welche als Neuronen III. Ordnung der Gehörleitung rostralwärts ziehen. Fig. 222.

Die Wurzelfasern des Nervus trigeminus sind rechts in großer Ausdehnung getroffen, medial liegen die motorischen Fasern und der motorische Kern, lateral die sensiblen Fasern und die sensiblen Kerne. Von hier aus ziehen schräg getroffene Fasern zur Raphe, Fibrae cruciantes n. trigemini, welche zur sekundären Bahn des Trigeminus gehören.

14. Pons. Querschnitt V.

Der nächste Schnitt (Fig. 225) geht durch den rostralen Teil der Brücke und durch die Austrittsstelle des N. trochlearis dicht unterhalb der unteren Vierhügel, durch die Brachia conjunctiva und durch das Velum medullare ant.

Die Pars basilaris pontis überwiegt an Masse bedeutend. Ihre Längsfaserzüge haben erheblich zugenommen; sie beginnen sich an der Peripherie zu einer geschlossenen Lage zusammenzudrängen.

In der Pars dorsalis liegt der sehr klein gewordene vierte Ventrikel. Die graue Substanz seines Bodens enthält neben der Mittellinie den Nucleus dorsalis raphes und seitwärts eine Gruppe stark pigmentierter Ganglienzellen, welche den Locus caeruleus bedingen. Lateralwärts von diesen Zellen befindet sich ein schmales sichelförmiges Feld feiner quer geschnittener Nervenfasern, die Radix mesencephalica nervi V. Ventral vom Nucleus dorsalis raphes sehen wir den nunmehr sehr deutlich abgegrenzten Fasciculus longitudinalis medialis.

Die Decke des IV. Ventrikels, hier vom Velum medullare ant. gebildet, enthält die Decussatio nervorum trochlearium. Rechts ist ein austretendes Bündel dieses Nerven getroffen. Auf derselben Seite ist ein länglichrundes Bündel schräg geschnittener Fasern zu sehen. Dies sind die Fasern des Trochlearis der anderen Seite, welche nach der Kreuzung seitwärts und ventralwärts ziehen als Pars descendens nervi IV.

Die dichten Massen quergeschnittener Nervenfasern, lateral von der Radix

mesencephalica n. V, sind das Brachium conjunctivum. Einzelne seiner Fasern ziehen ventralwärts und medianwärts zur Mittellinie, um sich hier zu kreuzen, Decussatio brachii conjunctivi. In dem von ihnen umschlossenen hellen Feld befindet sich seitlich der Tractus thalamoolivaris, sowie an der Mittellinie der Nucleus centralis superior. Lateralwärts von dem Brachium conjunctivum finden wir den Lemniscus lateralis und in ihm den Nucleus lemnisci lateralis. Ventral von der lateralen Schleife liegt der Tractus tectospinalis und etwas weiter medianwärts von diesem der Tractus rubrospinalis.

Der Lemniscus medialis ist weit von der Mittellinie weggerückt und liegt mit seinem lateralen Teil dicht unter der Oberfläche. Er stellt hier ein flaches, breites Band dar.

15., 16. Pons. Querschnitte VI, VII.

Die beiden folgenden Schnitte (Fig. 226, 227) gehen in geringer Entfernung von dem eben besprochenen durch die unteren Vierhügel und schneiden den Aquaeductus cerebri. Sie sollen in erster Linie den merkwürdigen Verlauf der Pars descendens nervi IV zeigen. Dieselbe gelangt von der Stelle, an welcher wir sie in Fig. 225 trafen, immer weiter ventralwärts, zieht also um den Aquaedukt herum und trifft schließlich auf den Nucleus nervi IV (Fig. 227), welcher nicht weit von der Mittellinie innerhalb der dorsalen Bündel des Fasciculus longitudinalis medialis liegt.

Die Brachia conjunctiva verlaufen in ähnlicher Weise um den Aquaedukt wie der Trochlearis und ziehen zu ihrer Kreuzung, welche rostralwärts immer mächtiger wird. Lemniscus lateralis und Tractus tectospinalis ziehen in den Colliculus inf. hinein. Tractus thalamoolivaris und Lemniscus medialis behalten im wesentlichen ihre Lage. Dagegen rückt der Tractus rubrospinalis medianwärts.

In der Pars basilaris pontis werden die Querfaserzüge immer geringer, die Längsfaserzüge ordnen sich seitlich und ventral zu dichten Massen an.

17. Hirnschenkel. Querschnitt I.

Der nächste Schnitt (Fig. 229) führt uns in das Gebiet der oberen Vierhügel und der Pedunculi cerebri. Hier im Gebiet des Mittelhirns unterscheiden wir Basis und Tegmentum (siehe S. 93, 94). In letzterem liegen die Bindearme. Ihre Kreuzung ist beendigt. Die gekreuzten Faserzüge liegen dicht neben der Mittellinie als rundliche Stränge. Dorsal von ihnen befindet sich jederseits der Fasciculus longitudinalis medialis, und weiter dorsal von diesen und zwischen deren Bündeln die Ganglienzellen des Nucleus lateralis nervi oculomotorii. Die Wurzelfasern dieses Nerven ziehen zwischen den Bündeln des Fasciculus longitudinalis medialis und durch das Brachium conjunctivum in lateral konvexem Bogen ventralwärts zum Sulcus nervi oculomotorii. Der Tractus thalamoolivaris liegt an entsprechender Stelle, der Lemniscus medialis ist noch weiter lateralwärts gerückt, der Tractus tectospinalis liegt dorsalwärts.

Die Basis pedunculi wird gebildet von einer mächtigen Masse quer durchschnittener Nervenfasern. Sie wird durch die Substantia nigra vom Tegmentum getrennt. Die zahlreichen Ganglienzellen der Substantia nigra enthalten ein reichliches dunkles Pigment.

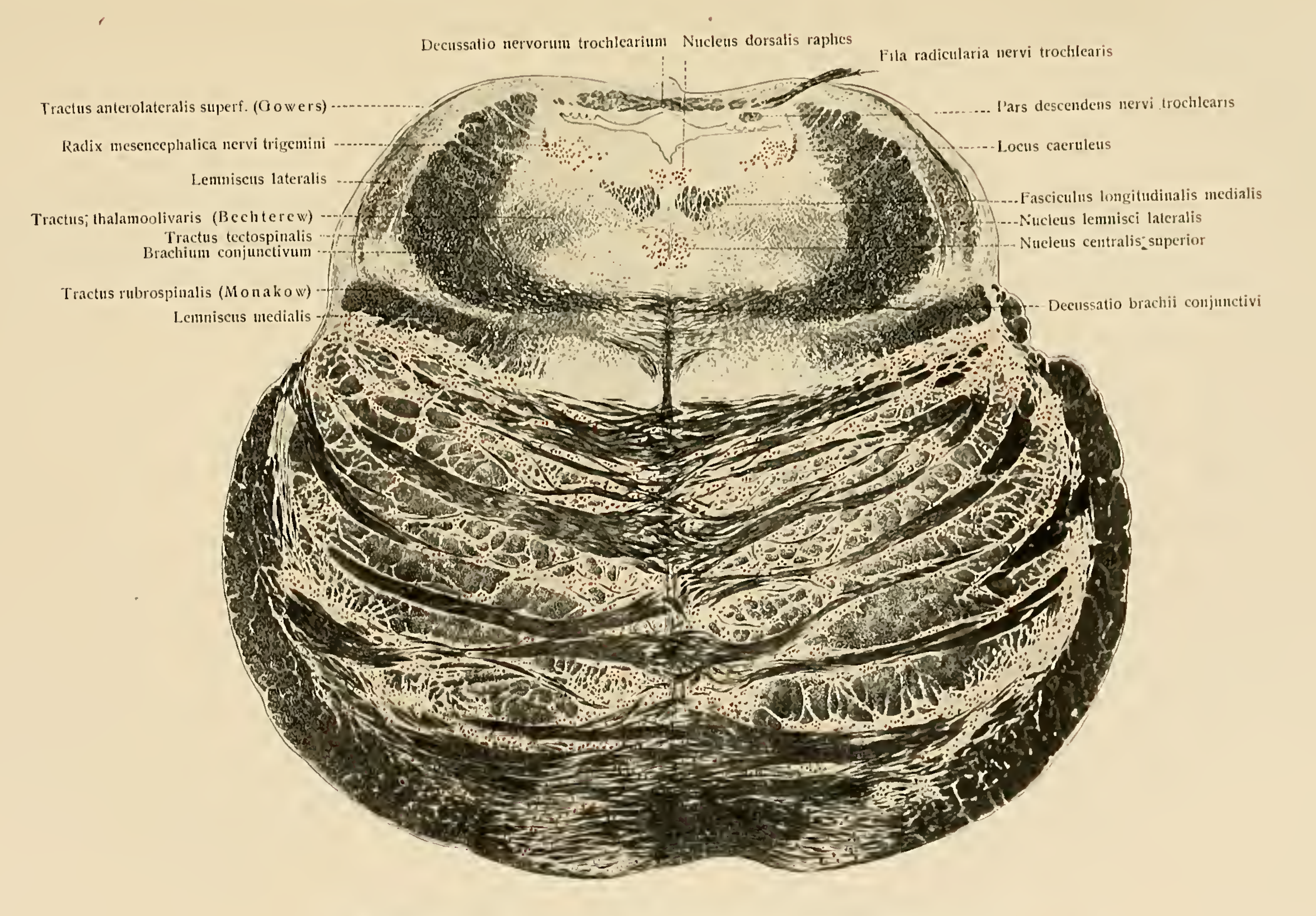


Fig. 225. Pons. Querschnitt V (siehe Orientierungsfigur 213).
Der Schnitt geht durch die **Trochleariskreuzung** und den Beginn der **Bindearmkreuzung.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

Fig. 226. Pons. Querschnitt VI (siehe Orientierungsfigur 213).
Der Schnitt geht durch die **unteren Vierhügel; Pars descendens nervi trochlearis; Bindearmkreuzung.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

Fig. 227. Pons. Querschnitt VII (siehe Orientierungsfigur 213).
Kern des Nervus trochlearis; Bindearmkreuzung. – Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

18. Hirnschenkel. Querschnitt II.

Der letzte Schnitt (Fig. 230), welchen wir betrachten wollen, trifft schon das Corpus geniculatum mediale. Hier sehen wir außer dem linken und rechten Nucleus lat. n. oculomotorii noch einen mittleren Kern, Nucleus medialis n. oculomotorii, weiter unten sehen wir die Wurzelfasern des Oculomotorius austreten. Am Pedunculus hat sich im Vergleich zu dem vorher betrachteten Schnitt nichts geändert. In der Haube erscheint der Nucleus ruber, der rote Kern, im Gebiet der Bindearme. In ihm endigen die Fasern der Bindearme, welche aus dem Nucleus dentatus cerebelli kommen, und es beginnt ein neues Neuron, dessen Fasern teils zum Thalamus, teils zur Capsula interna ziehen. Der Fasciculus longitudinalis ist schwächer geworden.

11. Ursprung der Hirnnerven.

Über die Austrittsstellen der Hirnnerven an der Hirnoberfläche siehe S. 148. Was aber den Ursprung der Hirnnerven betrifft, so liegt dieser teils in

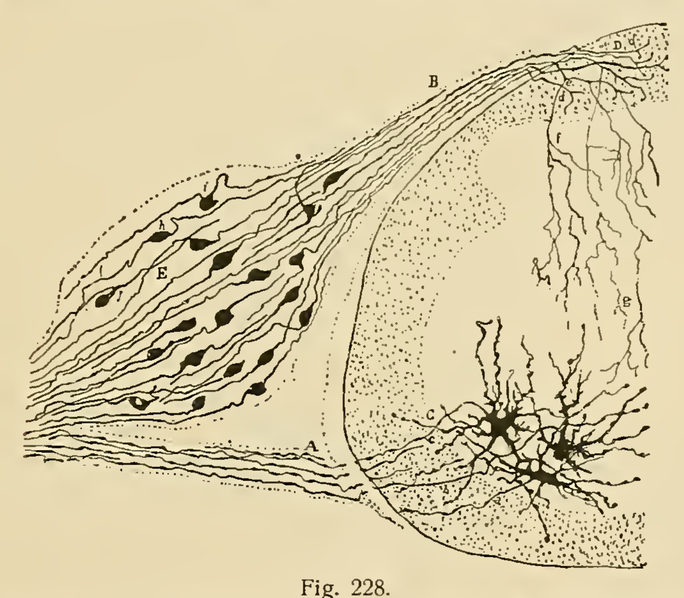


Fig. 228.

Querschnitt des Thorakalmarkes eines Hühnerembryo vom neunten Brüttage.
A Radix anterior; *B* Radix posterior; *C* motorische Nervenzellen; *c* Neurit einer motorischen Nervenzelle; *D* intramedullarer Teil der hinteren Wurzel; *e* Ursprung einer Kollateralen, die sich nach *f* verzweigt; *g* letzte Reiser der radikularen Kollateralen; *d* Bifurkationsstellen; *E* Ganglion spinale; *h* bipolare Ganglienzelle; *i* eine andere bipolare Ganglienzelle, welche der Säugetierform ähnlich ist. (Cajal.)

der Tiefe des Gehirnes, in bestimmten Teilen seiner grauen Substanz, die darum Kerne dieser Nerven heißen: so verhält es sich mit den motorischen Hirnnerven und motorischen Hirnnerventeilen. Teils liegt der Ursprung außerhalb des Gehirnes, in den spinalartigen Hirnnervenganglien[1]): so verhält es sich mit den sensiblen Hirnnerven und sensiblen Hirnnerventeilen. Beiderlei Kerne stellen Ursprungs- oder Wurzelkerne dar, Nuclei originis. Sie entsprechen den Zellenanhäufungen peripherer Neuronen oder den Neuronen erster Ordnung.

[1]) Möglicherweise rückt der Ursprung gewisser Hirnnervenfasern auch in sympathische Ganglien hinaus, da diese mit jenen gemeinsamen Ursprung haben.

Jene Kerne dagegen, welche Neuronen zweiter Ordnung angehören und in den Leitungsbahnen das nächst höher gelegene Glied darstellen, sind Endkerne, Nuclei terminales.

Für das leichtere Verständnis der Anordnung und des Bauplanes der Hirnnervenkerne ist zunächst an die bereits bekannten Verhältnisse des Ursprungs der Nerven des Rückenmarkes zu erinnern (Fig. 37) und dabei die schon im Allgemeinen Teile vorgeführte Fig. 228 zugrunde zu legen. Wie im Rückenmark die vordere Wurzel in den motorischen Zellen der Vordersäule ihren Ursprungskern besitzt, so verhält es sich im Gehirn mit den Ursprungskernen der motorischen Hirnnerven und motorischen Hirnnerventeile. Die Neuriten der motorischen Zellen setzen sich in die motorischen Wurzelfasern fort. Wie am Rückenmark die Ursprungskerne der hinteren Wurzeln außerhalb des Rückenmarkes in den Spinalganglien gelegen sind, so verhält es sich auch mit den sensiblen oder hinteren Wurzeln der Hirnnerven; ihr Ursprungskern liegt in entsprechenden, außerhalb des Gehirnes gelegenen Ganglien, den spinalartigen Hirnnervenganglien. Auch die Zellen dieser Ganglien zeigen ganz übereinstimmende Verhältnisse; es sind pseudo-unipolare, ihrem Wesen nach bipolare Zellen, deren peripherer Ausläufer wohl einem Dendritenfortsatz entspricht, während der zentrale Ausläufer einen Neuriten darstellt und in die hintere Wurzelfaser übergeht (S. 49). Die hinteren Wurzelfasern der Hirnnerven verhalten sich in ihrem weiteren Verlauf wie die hinteren Wurzelfasern der Rückenmarksnerven, d. h. sie teilen sich, zum Gehirn gelangt, in einen aufsteigenden und absteigenden Ast, jeder derselben löst sich endlich in Kollateralen und Endfasern auf, welche unter Ausbildung von Endbäumchen den Zellkörper eines Neuron II. Ordnung umgeben. Diese Zellkörper in größere Gruppen geordnet, sind alsdann der Endkern, Nucleus terminalis, der sensiblen oder hinteren Wurzel.

Während im Rückenmark die motorischen Ursprungskerne und die sensiblen Endkerne je zusammenhängende Säulen bilden, ist dies bei den Gehirnnerven nicht durchgehends der Fall; die einzelnen Kerngebiete können voneinander räumlich gesondert sein.

Wie die motorischen Ursprungskerne der Rückenmarksnerven mit Neuronen höherer Ordnung in Verbindung gesetzt sind, so verhält es sich auch bei den Hirnnerven. Wie die Endkerne der sensiblen Rückenmarksnerven ihre Neuriten zu höheren Zentren senden, so folgen auch die Endkerne der sensiblen Hirnnerven dieser Regel.

Auf gewisse wesentliche und unwesentliche Unterschiede im einzelnen ist bei den einzelnen Hirnnerven die Aufmerksamkeit zu richten.

I. N. olfactorius, Riechnerv. Fig. 96, 109, 190, 191.

Die Fasern der Nervi olfactorii entsprechen mit ihren Riechzellen Neuronen I. Ordnung und nehmen von den Riechzellen ihren Ursprung. Ihr Endkern liegt im Bulbus olfactorius; an dessen Glomeruli haben die blassen Fasern der Nervi olfactorii unter Entwicklung starker Endbäumchen ihren Abschluß gefunden (siehe S. 183, ferner Leitungsbahnen und Sinnesorgane).

Über den N. terminalis siehe S. 148.

II. N. opticus, Sehnerv. Fig. 109, 111, 112, 124.

Er nimmt wie der N. olfactorius, doch in anderer Weise, eine Sonderstellung ein und hat die Bedeutung einer teilweise gekreuzten interzentralen Bahn.

Seine primären Zentren liegen im Thalamus; im Corpus geniculatum laterale und im oberen Vierhügel. Das sekundäre Zentrum befindet sich im Cuneus des Hinterhauptlappens des Endhirnes (siehe Leitungsbahnen und Sinnesorgane).

III. N. oculomotorius, gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv. Fig. 229—231.

Der Ursprungskern des Nervus oculomotorius liegt im zentralen Höhlengrau, unter den Vierhügeln, ventral vom Aquaeductus cerebri, nahe der Mittellinie. Er gliedert sich in mehrere Teile, was mit der Versorgung mehrerer verschieden wirkender Muskeln des Auges und des Augenlides (gestreifter und glatter) zusammenhängt.

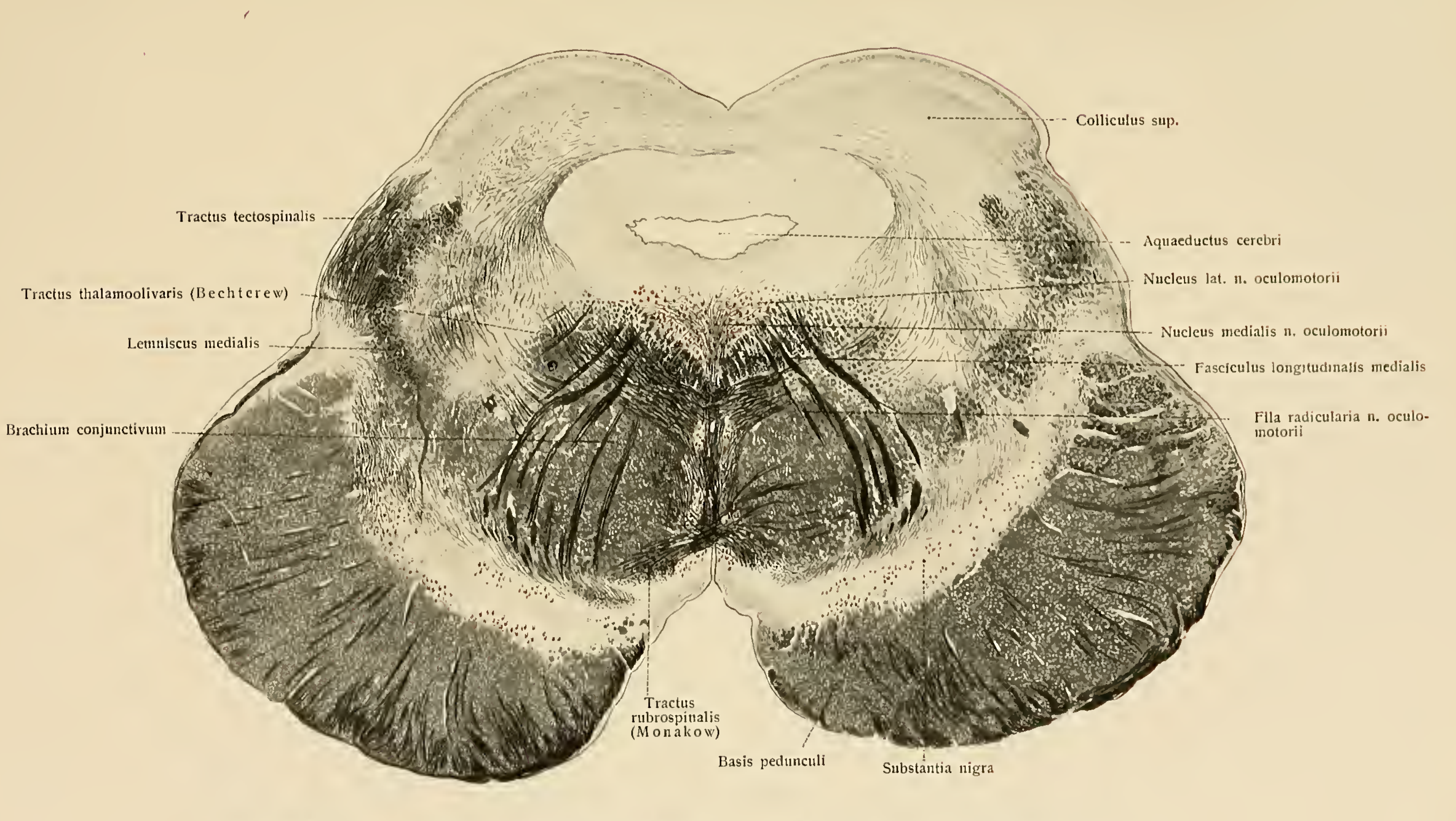


Fig. 229. Hirnschenkel und obere Vierhügel. Querschnitt I (siehe Orientierungsfigur 213).
Kerne des **Nervus oculomotorius; Substantia nigra.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

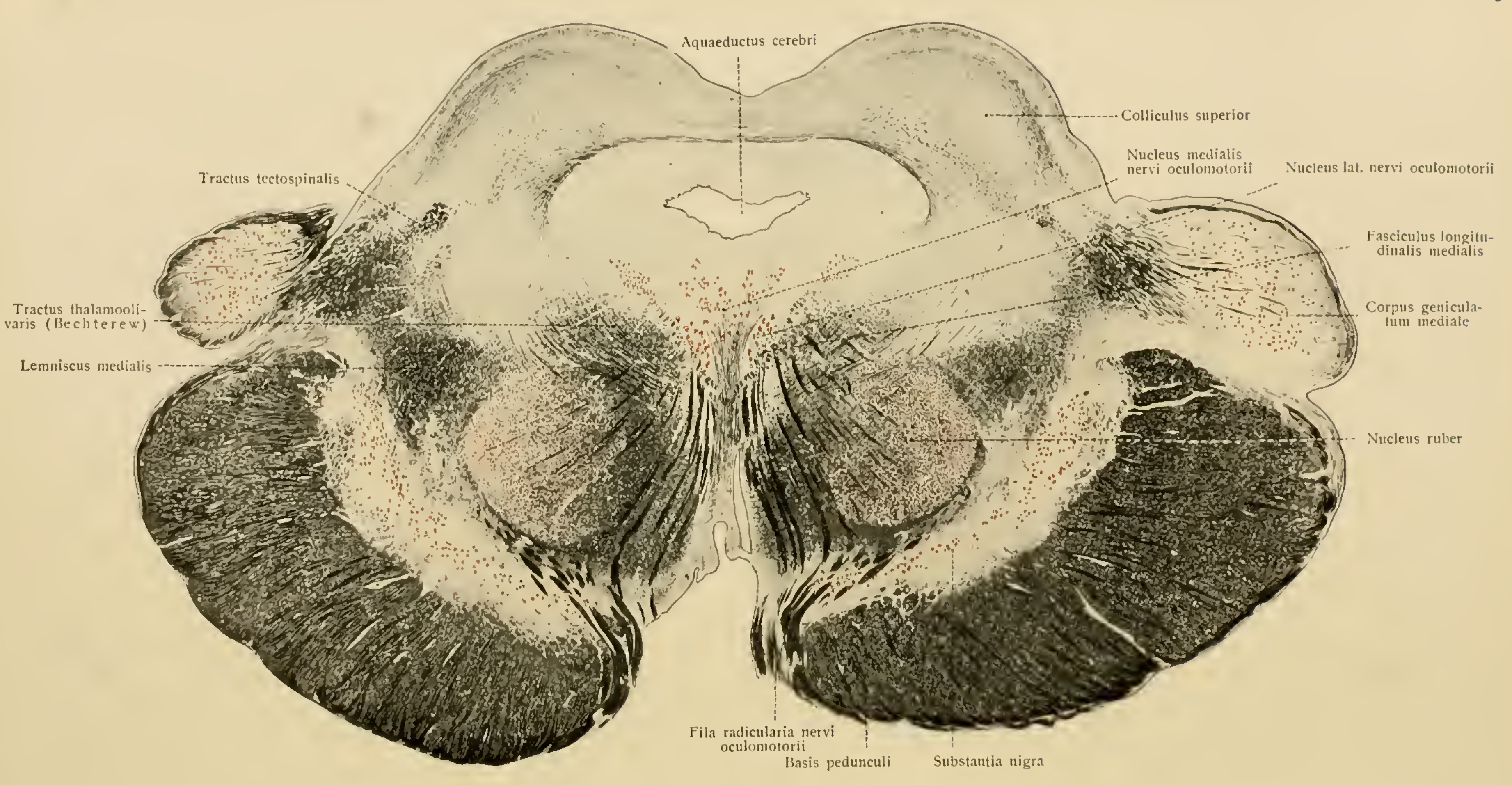


Fig. 230. Hirnschenkel und obere Vierhügel. Querschnitt II (siehe Orientierungsfigur 213).
Kerne des **Nervus oculomotorius; Corpus geniculatum mediale.**
Markhaltige Nervenfasern schwarz, Ganglienzellen rot.

Aus den Kernen derselben und der gekreuzten Seite gehen die Wurzelfasern hervor, verlaufen in ventraler Richtung bogenförmig (Fig. 229, 230) durch die Haube des Mittelhirns und treten vor der Brücke, im Sulcus oculomotorii, zu 10—15 dicken Bündeln verbunden aus. Fig. 97.

Die Ursprungskerne des Oculomotorius sind der paarige Nucleus lateralis und der unpaare Nucleus medialis. Der erstere liegt seitlich von der Mittel-

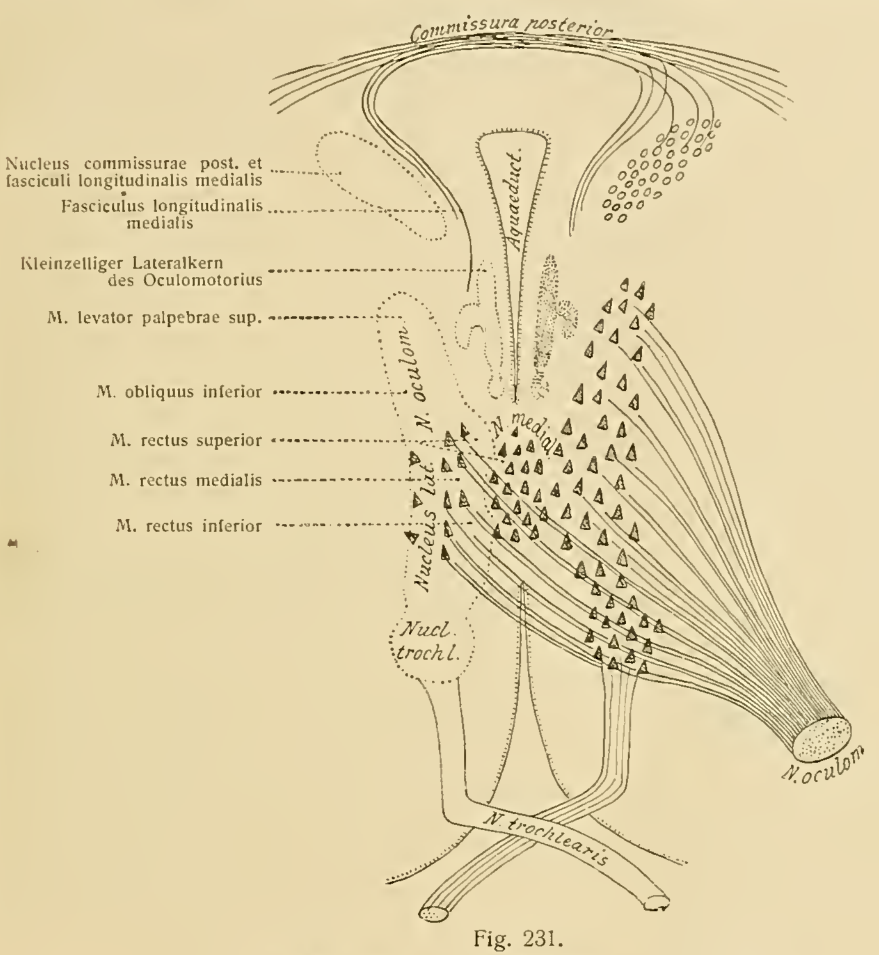


Fig. 231.
Dorsal-Projektion der Augenmuskelkerne. (Aus Edinger.)

linie oberhalb und zwischen den Fasern des Fasciculus longitudinalis medialis. Dazu kommt noch vor dem rostralen Ende des Nucleus lat. ein kleinzelliger, manchmal aus zwei Gruppen bestehender Kern, kleinzelliger Lateralkern (Edinger, Fig. 231), welcher vielleicht auch zum Ursprungsgebiet des III. Hirnnerven gehört.

Eine nach klinischen Erfahrungen, Sektionsbefunden und Vivisektionsversuchen verschiedener Autoren entworfene Tabelle von Starr verteilt die Einzelkerne in folgender, von vorn nach hinten gehender Weise:

Sphincter iridis Levator palpebrae Rectus superior Obliquus inferior	M. ciliaris Rectus medialis Rectus inferior

(Siehe aber Fig. 231.)

Hierbei ist zu beachten, wie die betreffenden Augenmuskeln sich bezüglich ihrer Entwicklung verhalten:

Das erste Muskelsegment läßt den M. rectus superior, rectus inferior und Obliquus inferior hervorgehen. Das zweite Segment gibt dem Obliquus sup. den Ursprung (Marshall und van Wijhe an Haien). Der Levator palpebrae superioris darf in seinem Ursprunge dem Rectus superior mit Wahrscheinlichkeit gleichgestellt werden.

Vom Vierhügel bis zu dem Anfangsteil des Rückenmarkes erstreckt sich ein wichtiges Längsbündel von dreiseitigem Querschnitt, welches verschiedene Kerne miteinander in Verbindung setzt und mediales Längsbündel, Fasciculus longitudinalis medialis, genannt wird. Auch der Kern des Oculomotorius wird durch ansehnliche Fasermassen, welche dem medialen Längsbündel angehören und parallel dem Aquaedukt kaudalwärts ziehen, mit anderen Kernen, zunächst mit den Kernen der übrigen Augenmuskelnerven, d. i. mit dem Nucleus n. trochlearis, Nucleus n. abducentis, aber auch mit dem Nucleus n. hypoglossi in Verbindung gesetzt (vergl. auch S. 62).

Ob im Bereich der unteren Vierhügel zwischen beiden medialen Längsbündeln ein Faseraustausch stattfindet, durch welchen Oculomotorius und Trochlearis der einen Seite mit dem Abducens der anderen Seite verbunden werden, ist ungewiß.

Über die zentralen Verbindungen der Oculomotoriuskerne mit dem Endhirn geht aus pathologischen Beobachtungen unzweifelhaft hervor, daß ein gekreuzter Zusammenhang des Oculomotoriuskernes mit dem Endhirn vorhanden ist. Es sind Neuronen II. Ordnung anzunehmen, deren periphere Enden in der Nähe des Oculomotoriuskernes die Medianlinie überschreiten, um mit Endbäumchen an den Zellen des Oculomotoriuskernes der anderen Seite zu enden.

v. Kölliker, Über den Ursprung des Oculomotorius beim Menschen. Sitz.-Ber. der Würzburger phys.-med. Ges. 1892. — A. van Gehuchten, De l'origine du nerf oculomoteur commun. In La Cellule 1892, T. VIII. — St. Bernheimer, Das Wurzelgebiet des Oculomotorius beim Menschen. Wiesbaden 1894.

IV. N. trochlearis, oberer Augenmuskelnerv. Fig. 113, 114, 225—227, 231.

Verfolgt man die Wurzeln des Nerven zentralwärts, so ergibt sich, daß der rechte Trochlearis mit dem linken in der Substanz des Velum medullare anterius sich kreuzt, unmittelbar vor der Austrittsstelle (Decussatio nervorum trochlearium), Fig. 225. Die auf die Gegenseite gelangten intramedullaren Bündel ziehen nun rostralwärts unter die Vierhügel, durchsetzen die graue, lateral vom Aquaedukt gelegene Substanz und gelangen darauf zu ihrem Kerne, welcher mit dem des Oculomotorius zusammenhängt (Fig. 231) und aus multipolaren Zellen von 45 bis 50 μ Durchmesser besteht.

V. N. trigeminus, dreigeteilter Nerv. Fig. 96, 112, 113, 150, 224, 232.

Der N. trigeminus hat eine kleinere, motorische Wurzel, Portio minor, und eine sehr starke, sensible Wurzel, Portio major. Der motorische Kern des Trigeminus liegt medial von den Endkernen der sensiblen Wurzel, etwa 1 mm tief im vorderen Teil des Bodens des vierten Ventrikels, im lateralen Winkel des letzteren und in geringer Entfernung vom rostralen Ende des Facialiskernes. Er hat eine Länge von 3, eine Dicke von 1 mm und besteht aus multipolaren, gelblich pigmentierten Nervenzellen von 60—70 μ Größe, die ihren Neuriten in die motorische Wurzel senden. Außerdem kommen motorische Fasern aus den Zellen des Locus caeruleus und den großen Ganglienzellen, welche die Radix mesencephalica begleiten.

Der sensible Ursprungskern ist das später zu schildernde Ganglion semilunare (Gasseri), welches außerhalb des Gehirnes, im extramedullaren Teil der sensiblen Wurzel seine Lage hat. Die Zellen dieses Ganglion entsenden den N. trigeminus (abgesehen von der motorischen Wurzel) zur Peripherie, die sensible Wurzel aber zum Zentrum. Intramedullar verhält sich die Wurzel wie die hintere Wurzel eines Rückenmarksnerven, d. h. ein Teil der Faserbündel steigt auf-, ein anderer abwärts, so daß im ganzen, entsprechend dem mächtigen Nerven, eine sehr ausgedehnte fächerförmige Ausstrahlung der Wurzelfasern zustande kommt, die ihren Fuß an der Austrittsstelle der sensiblen Wurzel in der Brücke hat. Die Endgebiete der Ausstrahlung liegen rostral im Mittelhirn, kaudal in den oberen Teilen des Rückenmarkes. Die sensiblen Fasern endigen in den Nuclei sensibiles n. trigemini; die Fasern des Tractus spinalis senden Kollateralen und Endäste in den Nucleus tractus spinalis nervi trigemini. Die Zellen des letzteren entsenden ihren Neuriten teils auf-, teils absteigend in dem Vorderseitenstrange weiter zentralwärts. (H. Held.) Fig. 232.

Bickel, A., Zur Anatomie des accessorischen Trigeminuskernes. Arch. mikr. Anat. Bd. 59, 1901.

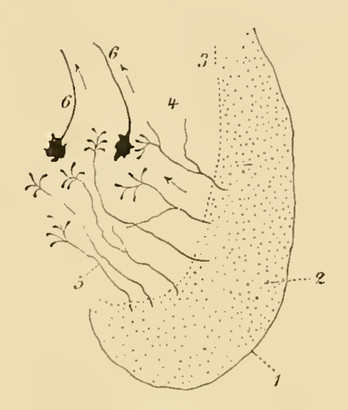


Fig. 232.

Querschnitt des Tractus spinalis nervi V im Bereich der Medulla oblongata. (Nach H. Held.)

1 lateraler Rand des Tractus spinalis; 2 Faserquerschnitte des Tractus spinalis; 3 konkaver Rand des Tractus spinalis; 4 Nucleus tractus spinalis nervi trigemini; 5 vom konkaven Rande sich ablösende Kollateralen und Endfasern des Tractus spinalis mit Endbäumchen um die Zellen des Nucleus tractus spinalis endigend, deren Neuriten (6) weiter zentralwärts ziehen.

VI. N. abducens, lateraler Augenmuskelnerv. Fig. 96, 113, 150, 218—220, 223.

Seine Länge entspricht der Ausdehnung des inneren Kniees des Facialis, von dem er dorsal umgriffen wird; seine Breite beträgt 1—2 mm, die Dicke etwas weniger. Die Nervenzellen messen bis 45 μ und senden ihren Neuriten in die Abducenswurzel. Letztere zieht fast senkrecht, parallel der Raphe, ventralwärts und gelangt an der lateralen Seite der Pyramidenbahn vorüber zu ihrer Austrittsstelle am kaudalen Rande der Brücke. Der Abducenskern liegt nahe der Medianlinie, in der hinteren Verlängerung des Oculomotorius- und Trochleariskernes im vorderen Gebiete der Rautengrube, nahe der Oberfläche, unter dem Colliculus facialis.

VII. N. facialis, Antlitznerv. Fig. 96, 113, 150, 218—220, 223.

Der Kern des Facialis liegt ventral und lateral vom Abducenskern etwa 5 mm vom Boden des vierten Ventrikels entfernt, im lateralen Gebiet der Formatio reticularis, lateral von den Wurzelfasern des Abducens, dorsal von der oberen Olive. Das kaudale Ende des Kernes ist nur durch einen kleinen Zwischenraum vom Nucleus ambiguus getrennt (d. i. vom motorischen Kern des Vagus und Glossopharyngeus), das rostrale dagegen liegt dem motorischen Kern des Trigeminus nahe. Vielleicht entspringt ein Teil der Facialisfasern einer Seite aus dem Kern der anderen Seite.

Die Breite des Kernes beträgt 1 mm, seine Länge 4—4,5 mm. Die aus dem Kern sich entwickelnden Fasern ziehen schräg dorsalwärts und medianwärts durch die Substantia reticularis grisea und kommen so in die Nähe des Sulcus medianus fossae rhomboideae. Innerhalb des zentralen Höhlengraues biegen sie in rostrale

Richtung um und bilden ein länglichrundes Bündel, welches dicht unter der Oberfläche dorsal vom Fasciculus longitudinalis medialis liegend, bis zur Gegend des Colliculus facialis zieht. Dort biegt das Bündel unter rechtem Winkel, Genu (internum) n. facialis, seitwärts um, verläuft etwas nach vorn und dorsal konvex über das rostrale Ende des Abducenskernes und zieht schräg ventralwärts sowie kaudalwärts zwischen dem Nucleus tractus spinalis nervi trigemini und dem Facialiskern bis zu seiner Austrittsstelle am kaudalen Rande der Brücke. Der vom Ursprungskern bis zum Knie reichende Abschnitt der Facialiswurzel heißt Pars prima radicis n. facialis, der zwischen Knie und Austrittsstelle befindliche Teil ist die Pars secunda radicis n. facialis.

Der N. intermedius hat als Ursprungskern das Ganglion geniculi des Facialisstammes. Sein Endkern liegt in der rostralen Fortsetzung des Endkernes des N. glossopharyngeus, d. i. des IX. Hirnnerven; vielleicht geht sogar ein Teil des N. intermedius in den Tractus solitarius als absteigendes Bündel über.

Außerdem enthält der N. intermedius sekretorische Fasern für die Speicheldrüsen. Die großen Ursprungszellen dieser Fasern liegen — zum größten Teil gekreuzt, zum kleineren Teil ungekreuzt — zerstreut in der Substantia reticularis grisea, dorsal vom Facialiskern; einzelne befinden sich noch innerhalb des Deitersschen Kernes (Kohnstamm, Anat. Anz. XVI, 1902).

VIII. N. acusticus, Hörnerv. Fig. 96, 113, 150, 215—219, 221—224.

Der Nervus acusticus besteht aus zwei starken Wurzelbündeln:

a) einem lateralen (hinteren, dorsalen), welches die Radix cochlearis des Nervus acusticus bildet, und

b) einem medialen (vorderen, ventralen), Radix vestibularis.

Der Ursprungskern des N. acusticus verhält sich einfach genug und ist gegeben durch die in den Ästen des Acusticus enthaltenen Ganglien, deren Gesamtheit Ganglion acusticum genannt wird, im Schläfenbein seine Lage hat und aus dem Ganglion spirale, sowie den Ganglia vestibularia besteht (siehe periphere Nerven und Sinnesorgane). Das Ganglion acusticum ist das Homologon eines Spinalganglion und enthält bipolare Nervenzellen.

Endkerne des Acusticus. Die Endkerne des Acusticus verhalten sich viel verwickelter.

a) Endkerne der lateralen Wurzel, d. h. der Radix cochlearis, welche selbst reichlich zellige Elemente enthält, sind der mächtige Nucleus n. cochlearis ventralis und der Nucleus n. cochlearis dorsalis s. Nucleus tuberculi acustici.

Der Nucleus ventralis n. cochlearis liegt ventral vom Corpus restiforme. Von der medialen Seite dieses Kernes geht eine starke quere Faserplatte aus, welche sich zu dem gleichen Kern der Gegenseite hinüberspannt und Trapezkörper, Corpus trapezoideum, genannt wird. Der Trapezkörper steht in wichtigen inneren Beziehungen zu den oberen Oliven beider Seiten, enthält ferner jederseits einen ihm selbst angehörigen Kern, den Trapezkern, Nucleus trapezoides.

Das Tuberculum acusticum, der zweite Endkern des N. cochlearis liegt lateral und dorsal vom Corpus restiforme und schließt sich an den Nucleus ventralis an.

Sowohl im Nucleus ventralis als auch im Nucleus dorsalis endigt ein großer Teil der Fasermassen des N. cochlearis unter Entwicklung von Endbäumchen um die in beiden Kernen gelegenen zahlreichen Ganglienzellen. Ein anderer Teil der Fasern aber tritt durch den Nucleus ventralis hindurch und findet sein Ende unter Absendung von Kollateralen und Endfasern, sowie unter Ausbildung von Endbäumchen in der oberen Olive und dem Trapezkern der gleichen und der gegenüberliegenden Seite, in dem Kern der lateralen Schleife, in dem unteren Vierhügel, in dem oberen Vierhügel und wahrscheinlich auch, ohne unterbrochen worden zu sein, in der Rinde des Schläfenlappens der Gegenseite.[1])

Über die sich an die Endbäumchenlager der lateralen Wurzel anschließenden Bahnen zweiter Ordnung, über die in jüngster Zeit genauer nachgewiesenen rückläufigen und reflektorischen Systeme siehe Leitungsbahnen.

Die Striae medullares stellen eine Bahn zweiter Ordnung dar, welche teilweise das Tuberculum acusticum mit dem unteren Vierhügel der Gegenseite verbindet (Held).

b) Die Endkerne des Nervus vestibularis sind:

1. Der Nucleus nervi vestibularis lateralis (Deiters), 2. der Nucleus nervi vestibularis medialis (Schwalbe), 3. der Nucleus nervi vestibularis superior (Bechterew).

Der Nucleus medialis liegt in breiter Fläche medial vom Corpus restiforme, im Boden des vierten Ventrikels. Er ist ein langgestreckter Körper von prismatischem Querschnitt und reicht kaudalwärts bis zur Ala cinerea und bis in die Nähe der Nuclei fasciculi gracilis et cuneati (Fig. 113). Er nimmt vielleicht auch einen kleinen Teil der Fasern des N. cochlearis auf und enthält viele kleine Nervenzellen.

Der Nucleus lateralis (Deitersscher Kern) besteht aus großen multipolaren Ganglienzellen. Er liegt dorsal von derjenigen Stelle, an welcher das Corpus restiforme umbiegt, um ins Kleinhirn zu gelangen. Aus einem Teil der Neuriten der Zellen des Deitersschen Kerns entsteht der Tractus vestibulospinalis.

Der Nucleus sup. (Bechterewscher Kern) liegt an der lateralen Wand des vierten Ventrikels medianwärts von der Umbiegungsstelle des Corpus restiforme. Die von ihm ausgehenden zentralen Fasern gelangen zu den Kernen des Kleinhirns. Die zentralen Bahnen des N. cochlearis und diejenigen des N. vestibularis sind, wie sich schon aus dem Angegebenen entnehmen läßt, äußerst verschieden voneinander.

IX. N. glossopharyngeus, Zungenschlundkopfnerv. Fig. 96, 150, 217, 233.

Der Ursprungskern des sensiblen Teiles des N. glossopharyngeus ist das Ganglion superius, vielleicht auch das Ganglion petrosum. Der Endkern dieses sensiblen Teiles des Glossopharyngeus liegt in der vorderen Fortsetzung des größeren sensiblen Endkernes des Vagus, im Boden des IV. Ventrikels. Der N. glossopharyngeus hat auch eine absteigende Wurzel; sie besteht aus einem gewissen Faseranteil des Tractus solitarius, dessen rostrales Ende in den Glossopharyngeus übergeht.

Der Ursprungskern des motorischen Teiles des N. glossopharyngeus ist ein rostraler Abschnitt des Nucleus ambiguus, im Boden des IV. Ventrikels. Fig. 217, 233.

[1]) Held, H., Die zentrale Gehörleitung. Arch. f. Anatomie u. Phys. 1893.

X. **N. vagus,** Lungenmagennerv. Fig. 96, 113, 150, 210—216, 234.

Der Ursprungskern des sensiblen Teiles des N. vagus ist dessen oberes Stammganglion, das Ganglion jugulare, vielleicht auch das Ganglion nodosum dieses Nerven.

Der Vagus entwickelt eine starke absteigende Wurzel; sie wird dargestellt durch den Tractus solitarius, dessen größerer Faseranteil sich dem Vagus zugesellt, während sein oberes Ende in den Glossopharyngeus und vielleicht auch in den Intermedius übergeht. Der Tractus solitarius (Fig. 211—216) hat unterhalb des Hauptendkernes des Vagus 1 mm Durchmesser, besteht aus starken markhaltigen Nervenfasern, die zu einem Längsstrange verbunden sind und sich bis in das untere Halsmark (bis zum VIII. Halsnerven, W. Krause) verfolgen lassen.

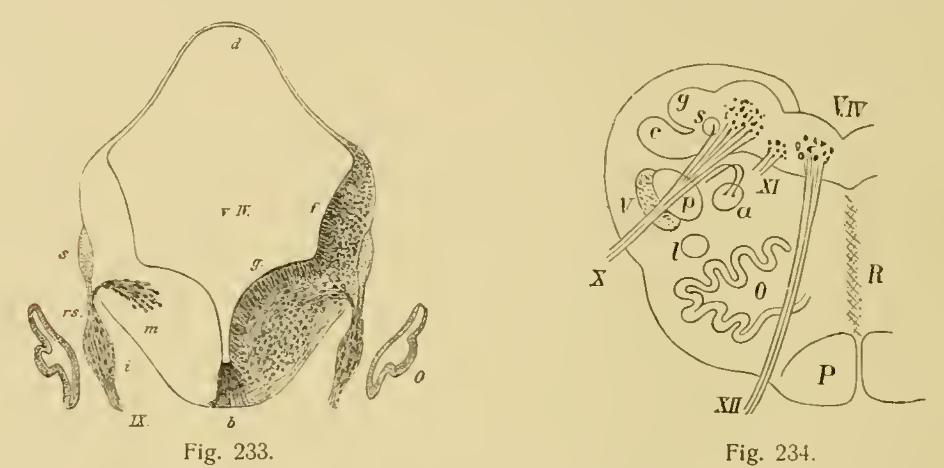


Fig. 233. Fig. 234.

Fig. 233. **Glossopharyngeus-Ursprung bei einem 10 mm langen menschlichen Embryo.** 26:1. (W. His.)
IX Stamm des N. glossopharyngeus; *i* Ganglion (Ursprungskern des sensiblen Teiles des N. glossopharyngeus); *m* Ursprungskern des motorischen Teiles des N. glossopharyngeus; *rs* Radix sensitiva; *s* absteigende Wurzel = Tractus solitarius; *b* Bodenplatte (ventrale Kommissur); *d* Deckplatte; *g* Grundplatte; *f* Seiten- oder Flügelplatte der Längszonen der Oblongata; *vIV* Ventriculus quartus; *o* Gehörbläschen.

Fig. 234. **Vagus und Hypoglossuskerne.**
V. IV Ventriculus quartus; *R* Raphe; *P* Pyramide; *V* Radix spinalis nervi V; *X* Vagus; *XI* Accessorius; *XII* Hypoglossus; *O* Nucleus olivaris sup.; *a* Nucleus ambiguus; *l* Kern des Seitenstranges; *c* Nucleus fasciculi cuneati; *g* Nucleus fasciculi gracilis; *s* Tractus solitarius; *p* Nucleus tractus spinalis nervi V.

Er hat im oberen Gebiet seine Lage in der Formatio reticularis, an der Basis der medialen dorsalen Nebensäule und des Hauptendkernes des Vagus, an der lateralen Seite der durchtretenden Vagusbündel. Während seines ganzen Längsverlaufes entsendet er fortwährend Kollateralen und Endfasern und wird infolgedessen immer schwächer, bis er ganz aufhört. Die Kollateralen und Endfasern enden sämtlich unter Entwicklung von Endbäumchen um die benachbarten Zellen der Hintersäule.

Wie Held gezeigt hat, gehen die vom Ursprungsganglion zur Oblongata gelangten und in sie eingetretenen Wurzelfasern des Glossopharyngeus-Vagus zum Teil wiederholte, zahlreiche Teilungen ein; andere biegen unmittelbar in den Tractus solitarius um.

Der Hauptendkern des Vagus, der Nucleus alae cinereae, entspricht in seiner Lage im wesentlichen der Ala cinerea der Rautengrube (Fig. 113). Er liegt demgemäß lateral vom Hypoglossuskern und erstreckt sich mit dem entsprechenden

Endkern des Glossopharyngeus bis an die Striae medullares hin. Das solitäre Bündel berührt seine ventrale Fläche und teilt den breiten Kern unvollständig in eine größere mediale und eine kleinere laterale Abteilung. Letztere enthält spärliche, erstere sehr zahlreiche Nervenzellen von 30—45 μ Durchmesser.

Der motorische Teil des Vagus entspringt im Nucleus ambiguus, dessen rostraler Abschnitt auch die motorischen Wurzelfasern des N. glossopharyngeus entsendet. Die motorischen Fasern gelangen in dorsal-konvexem Bogen zu den übrigen Vagusfasern und legen sich ihnen an. Fig. 234.

XI. N. accessorius, Beinerv. Fig. 96, 112, 150, 209, 210, 211, 234.

Der Ursprungskern des Accessorius ist nach den Untersuchungen von Darkschewitsch, welche die vorhergehenden von Roller im wesentlichen bestätigt haben, eine, entsprechend der langen Austrittslinie der Wurzelbündel, langgestreckte ununterbrochene Zellensäule, welche dorso-lateral von der medialen Zellengruppe der Vordersäule des Halsmarkes und ihrer Fortsetzung zum Hypoglossuskerne sich befindet. Kaudalwärts läßt sich der Kern bis zum Ursprunge des V. Halsnerven, rostralwärts bis zum kaudalen Drittel der unteren Oliven verfolgen. Die Beschaffenheit der multipolaren Zellen ist überall die gleiche. Die Accessoriuswurzeln begeben sich, nachdem sie den Kern verlassen haben, nie geradlinig zur Peripherie, sondern bilden immer einen scharfgeknickten Bogen, dessen konvexe Seite ventro-lateral gerichtet ist. Je einem Spinalnervenpaare entsprechen nur einzelne oder wenige Accessoriuswurzelbündel. In der Höhe der Kerne der Hinterstränge sollen sich Fasern aus dem Burdachschen Strange den Wurzeln des Accessorius beigesellen und sich mit ihnen zur Peripherie begeben.

XII. N. hypoglossus, Zungenfleischnerv. Fig. 96, 113, 150, 211—216.

Der Hypoglossuskern bildet einen langgestreckten Zellenstrang, welcher sich als Fortsetzung der vorderen medialen Teile der Vordersäule des Rückenmarkes geltend macht. Sein kaudaler Teil liegt an der ventralen Seite des Canalis centralis der Oblongata, der längere rostrale Teil durchzieht neben dem Sulcus medianus die Rautengrube bis in die Gegend der Striae medullares, um hinter ihnen abgerundet zu endigen. Seine Länge beträgt 18, seine Breite 1—2, seine Dicke 1 mm. Durch Züge von Längsfasern steht er in Verbindung mit dem weiter oben in derselben Zone gelegenen Nucleus n. abducentis. Die Zellen des Kernes haben bis 60 μ Durchmesser und entsenden ihren Neuriten in die Wurzelbündel des Hypoglossus. Vielleicht tritt ein Teil der Neuriten unter Kreuzung über die Mittellinie hinaus und geht in die Wurzel der Gegenseite über. Die 10—15 Wurzelbündel sammeln sich an der ventralen Seite des Kernes, durchziehen in ventraler und leicht lateraler Richtung die Oblongata und gelangen im Sulcus lateralis anterior derselben zur Oberfläche.

Die graue Substanz des Kernes grenzt nicht unmittelbar an das Ventrikelependym; es schiebt sich vielmehr noch eine graue Substanzlage zwischen beide ein, welche quere, zur Raphe ziehende markhaltige Fasern enthält und dem Trigonum n. hypoglossi das weißliche Aussehen gibt. Medial-dorsal vom Nucleus n. hypoglossi, unter der weißlichen Lage, befindet sich eine besondere Ansammlung kleiner multipolarer Zellen, Nucleus eminentiae medialis (Fig. 215—224). Zwischen dem Hypoglossuskern und dem Nucleus alae cinerae liegt der Nucleus intercalatus. Fig. 215, 216.

Dem Hypoglossus gesellen sich in früher Fetalzeit einige dorsale Wurzelfäden bei, die sogar kleine Ganglien enthalten, später aber mit letzteren untergehen (Froriep); nach anderer Ansicht sollen diese Ganglien eher dem Accessorius angehören (His).

12. Morphologische Stellung der Hirnnervenkerne.

Schon jetzt, bevor noch der periphere Verlauf der in ihren Kernen und Wurzeln untersuchten Hirnnerven bekannt geworden ist, lassen sich gewisse allgemeine Erwägungen anstellen.

A) Die motorischen Kerne bilden zwei Systeme, ein mediales und ein laterales.

1. Das mediale motorische System umfaßt die Nuclei n. hypoglossi, n. abducentis, n. trochlearis und n. oculomotorii.

2. Das laterale motorische System enthält die Nuclei n. accessorii, n. facialis, aber auch die Kerne der motorischen Teile des Vagus, Glossopharyngeus und Trigeminus, also den Nucleus motorius n. trigemini und den Nucleus ambiguus. Der letztere ist nichts weiter als der fortgesetzte Accessoriuskern. Alle diese Kerne sind Ursprungskerne. Während das mediale und laterale System der motorischen Ursprungskerne bei den Hirnnerven gesondert auftritt und gesonderte Nervenwurzeln hervorgehen läßt, ist dies bei den Rückenmarksnerven nicht der Fall. Doch entspricht am Rückenmarke die laterale Gruppe der motorischen Vordersäulenzellen der lateralen Gruppe der motorischen Hirnnervenkerne. Gesonderte laterale Nerven sind im Rückenmarke nicht vorhanden; ihre Vertreter ziehen mit den vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven zur Peripherie.

B) Die Ursprungskerne aller sensiblen Hirnnerven und Hirnnerventeile, mit Ausnahme der beiden ersten Hirnnerven, welche besondere Erscheinungen darstellen, werden durch ein einziges System gebildet, durch das System der spinalartigen Hirnnervenganglien.

Auch die Endkerne der sensiblen und sensoriellen Hirnnerven (wobei wieder der Olfactorius und Opticus ausscheiden) bilden zusammen ein ausgedehntes System morphologisch gleichwertiger Glieder.

Über die Vergleichung der Hirn- und Rückenmarksnerven siehe auch unten am Schluß des Abschnittes Rückenmarksnerven.

13. Skeletotopie des Gehirns.

Um die gegenseitigen Lageverhältnisse bestimmter Punkte oder Linien auf der äußeren Oberfläche des Schädels oder Kopfes zu den Hauptfurchen der Gehirnoberfläche zu ermitteln, trieb Broca an geeigneter Stelle Stifte oder Nadeln von 2—3 cm Länge durch die Nähte und die Dura in das Gehirn und untersuchte darauf die Abstände der die Nahtlinien veranschaulichenden Stifte von den wichtigsten Nachbarfurchen. Nach Broca und Ecker sind zu diesem Zwecke 6 Stifte ausreichend.

Eine zweite Methode, die graphische, wendete Turner an: Er teilte die Oberfläche jeder Schädelhälfte in fünf Regionen (präcoronale, postcoronale, postparietale, postlambdoidale und squamososphenoidale), entfernte den bedeckenden Knochen jeder Region für sich, zeichnete das Bild der vorliegenden Furchen und Windungen und konnte so die ganze Hirnoberfläche richtig in den Schädelumriß mit den Nähten eintragen. Hefftler erweiterte die Methode noch dahin, daß er an Köpfen, die in verschiedener Stellung eingegipst waren, die Umrisse der Weichteile, der Knochen, sowie Furchen und Windungen ineinander zeichnete. Neuerdings beschäftigten sich Adamkiewicz, Altuchoff, Feré, Symington, Turner, Sernoff, Stieda, Froriep, Kraus, Schwalbe, Fr. W. Müller, mit dem interessanten Gegenstande. Es liegt auf der Hand, daß diesen Bestimmungen ein großer chirurgischer Wert innewohnt.

Es ergab sich u. a., daß die Teilungsstelle der Fissura lateralis in den Ramus posterior und superior fast immer der Vereinigung der hinteren oberen Spitze des

großen Keilbeinflügels mit der Sutura squamosa entspricht. Der Ramus superior steigt der Kranznaht entsprechend aufwärts, der Ramus posterior folgt ungefähr der Sutura squamosa.

Der Sulcus centralis liegt mit seinem dorsalen Ende 48, mit seinem ventralen Ende 28 mm hinter der Kranznaht.

Die Fissura parieto-occipitalis liegt fast immer genau in der Höhe der Vereinigung der Pfeilnaht mit der Lambdanaht.

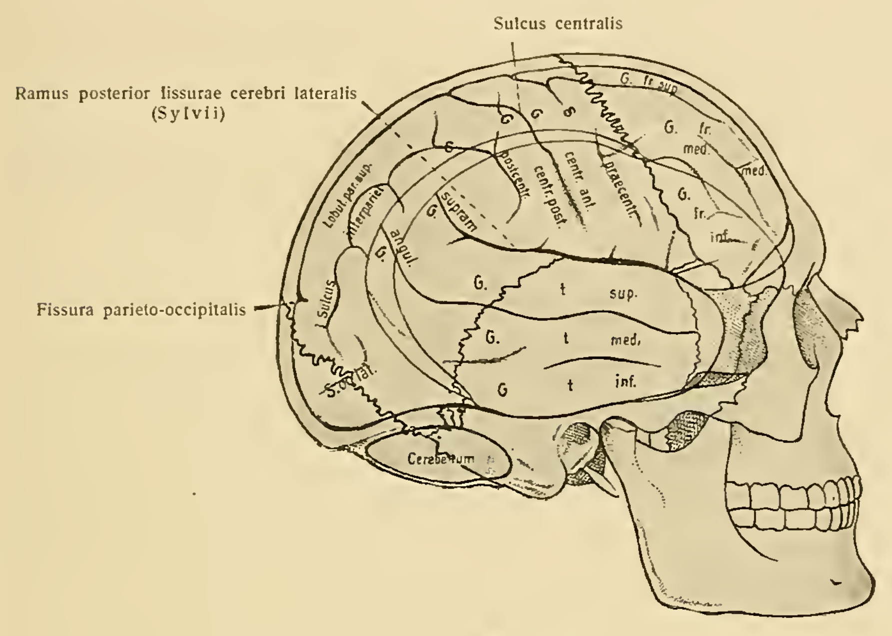


Fig. 235.
Skeletotopie des Gehirns. (Aus Waldeyer, nach Thane.)

Die Insel wird durch die Schuppennaht in eine obere und untere Hälfte geschieden. — Weiteres über diesen Gegenstand gehört der topographischen Anatomie an.

Waldeyer, Topographie des Gehirns. Leipzig, G. Thieme, 1901. — Fr. W. Müller, Über craniocerebrale Topographie. Merkel und Bonnets Ergebnisse. 1910.

Die Leitungsbahnen des Zentralnervensystems.

Viae nerveae centrales. Hodologia.

Einleitung.

Die Lehre von den zentralen Leitungsbahnen hat zur Aufgabe die Darstellung des Ursprunges, Verlaufes und der Endigung sämtlicher Nervenfasermassen, die in den Zentralorganen vorkommen, sowie ihre Beziehungen zum peripheren Nervensystem, mit dem idealen Ziele, jedes einzelne Neuron, deren es viele Hunderte von Millionen sind, nach allen ihren morphologischen Verhältnissen kennen zu lernen. Die Lehre von den zentralen Leitungsbahnen hat es also in erster Linie mit der weißen Substanz der Zentralorgane zu tun. Sie enthüllt uns aber nicht allein die Systematik der weißen Substanz, sondern, indem sie diese Aufgabe erfüllt, zugleich auch die Systematik der grauen. Die erstere ist gegen die letztere bekanntlich nichts weniger als abgeschlossen; sie ist vielmehr deren Erzeugnis, steht mit ihr in innigster Verbindung und macht mit ihr ein Ganzes aus. Nur durch diese Verbindung sind beide Teile zu Leistungen befähigt. Die weißen Markstraßen sind die Wege

der grauen Substanz, welche sie einschlägt, um ihre Tätigkeiten auszuüben. Indem man also den Leitungsbahnen nachgeht, lernt man auch die graue Substanz genauer kennen.

Die Bahnen des Rückenmarkes sind schon Seite 58—64 im Zusammenhang geschildert worden: auch die wesentlichen Methoden der Untersuchung des Nervensystems sind schon (S. 17—19) kurz erwähnt worden. Eine Ergänzung dazu bilden die folgenden Ausführungen:

Untersuchungsmethoden.

Die Untersuchungsmethoden sind teils solche der anatomischen Technik, teils gehören sie der Physiologie und Pathologie an.

1. Methode der Abfaserung.

Sie besteht darin, am gehärteten Rückenmark und Gehirn die weiße Substanz in natürliche Bündel und Stränge zu zerlegen. Ihrer bedienten sich früher insbesondere Gall, Burdach, Reil, Fr. Arnold, Foville neben vielen anderen. Noch jetzt liefert sie für eine gewisse begrenzte Anzahl von Bahnen gute Demonstrationspräparate, arbeitet aber im Feineren unsicher, ist längst von anderen Methoden überholt und hat als Untersuchungsmethode nur mehr historische Beachtung zu beanspruchen. Ein Beispiel für die Abfaserungsmethode gibt Fig. 97, woselbst die Pars tecta columnae fornicis und der Tractus thalamomamillaris auf diese Art dargestellt sind; siehe auch Fig. 146, 149.

2. Methode der Schnittreihen.

Schon Rolando hatte 1824 dünne Schnitte des Zentralnervensystemes hergestellt, um durch deren mikroskopische Untersuchung Aufschlüsse über den Bau des Organes zu erhalten. Vorteilhafter noch mußte es sein, einen Organteil, ja ein ganzes Rückenmark und Gehirn in eine ununterbrochene Reihe von Schnitten zu zerlegen, die Eigentümlichkeiten eines jeden kennen zu lernen und durch Zusammensetzung der Einzelerfahrungen ein Bild des Gesamtbaues zu konstruieren. Diesen Weg schlug B. Stilling ein. Eine der vielen von ihm gelieferten Abbildungen gibt Fig. 105 wieder. Im Januar 1842 ließ Stilling bei einer Kälte von 13° R ein Stück Rückenmark durchfrieren und machte dann mit dem Skalpell einen mäßig feinen Querschnitt durch dasselbe. „Als ich diesen", so schreibt er, „unter das Mikroskop brachte und bei 15facher Linearvergrößerung die prächtigen Querfaserstrahlungen sah, da hatte ich einen Schlüssel gefunden, der die Gemächer zu dem wunderbaren Grau des Rückenmarkes eröffnete. Nicht froher hatte Archimedes sein εὕρηκα gerufen, als ich bei jenem Anblick ausrief."

Stilling vertauschte bald die Gefriermethode mit der von Hannover zuerst in Anwendung gebrachten Härtung in verdünnten Chromsäurelösungen. Die Methode der Schnittreihen, in ihrer Brauchbarkeit erhöht durch die unterdessen zu hoher Vollkommenheit gediehene Färbetechnik, verbessert durch die Erfindung vorzüglicher Mikrotome, ist seitdem zur Erforschung von Körpern verwickelten Baues in weitestem Umfange benützt worden. Ihr zur Hilfe kommt gegenwärtig in steigendem Grade die graphische und plastische Methode der Rekonstruktion, welche ebenso sicher wieder aufbaut, was die andere Methode aufs feinste zerlegte. Dennoch versagt die Methode, ohne die Hilfe anderer, in allen jenen Fällen, in welchen Faserbündel verschiedener Art dicht beisammen liegen und sich miteinander dicht verflechten, oder auch, wenn sie nach den verschiedensten Richtungen auseinanderfahren und sich zerstreuen.

3. Methode der Färbung.

Die Chromsäurehärtung liefert außer der Härtung zugleich in mancher Hinsicht vortreffliche Färbung. Bahnbrechend für den überaus hohen Aufschwung der Färbetechnik und der chemischen Behandlung der Gewebe war die Einführung des Karmins durch Gerlach. Wichtig für die Untersuchung des Nervensystems war längere Zeit hindurch die Färbung mit Goldchloridlösung, indem dieselbe eine spezifische Färbung, d. h. Färbung des einen Gewebes ohne Mitfärbung eines Nachbargewebes bewirkte. Von weit größerer Bedeutung war in der Folge das Hämatoxylinverfahren nach Weigert nebst verschiedenen Modifikationen desselben. Es gestattete, soeben markhaltig gewordene einzelne Nervenfasern und Bündel solcher inmitten einer noch so verwickelt beschaffenen Nachbarschaft mit Sicherheit zu verfolgen. In noch höherem Range als dieses steht das Silberverfahren nach Golgi mit seinen verschiedenen Modifikationen. Es leistet vor allem bei der Untersuchung der embryonalen Nervenzentren, aber auch in späterer Zeit und im Gebiete des peripheren Nervensystems Dienste von so hervorragendem Werte, daß man nicht mit Unrecht von einer Golgischen und vor-Golgischen Zeit der Untersuchung des Nervensystems spricht. Ein schönes Beispiel dieser Methode gibt Fig. 207. Von ebenso hohem Werte ist eine Parallel-

methode des Silberverfahrens, nämlich die vitale Methylenblaufärbung nach Ehrlich, mit den neuesten Verbesserungen (Bethe); siehe Fig. 248. Beide Verfahren unterstützten daher einander gegenseitig; sie beide sind spezifische Methoden im oben erwähnten Sinne.

4. Die vergleichend-anatomische Methode.

Sie zieht das Nervensystem der Tierwelt in ihre Betrachtung und enthüllt die sich in demselben ausprägenden Leitungsbahnen. Noch in den Anfängen begriffen, hat sie schon jetzt große Erfolge zu verzeichnen und wird in steigendem Grade die Erwartungen erfüllen, die man von ihr zu hegen berechtigt ist.

5. Die entwicklungsgeschichtliche Methode.

Es liegt auf der Hand, daß die Untersuchung der Entwicklung des Nervensystems eine hervorragende Bedeutung haben muß. Sie zeigt das Nervensystem in seinem frühesten Werden, in seinem allmählichen Wachstum, in seinen Wegen zur Vollendung, in der Ausbildung seiner Elementarbestandteile, in dem Eindringen anderer Gewebe, in den räumlichen und zeitlichen Beziehungen seiner einzelnen Glieder.

Zur entwicklungsgeschichtlichen Methode gehört auch die Untersuchung der sich entwickelnden Markscheidensysteme.

Sie hat mit Hilfe der Methoden 2 und 3 im wesentlichen geschaffen, was bis in die jüngste Zeit an Kenntnis der Leitungsbahnen vorlag und hat noch viele fernere Erfolge zu erwarten. Sie zeigt in vielen Fällen der folgenden (6.) Methode die von ihr einzuschlagenden Wege zur Enthüllung feinerer Einzelheiten; denn sie ist in ihren Ergebnissen am menschlichen Gehirn und Rückenmark allen übrigen Methoden weit vorausgeeilt. Man verdankt die Ausbildung und Verwertung dieser Methode Paul Flechsig und seinen Schülern.

Sie beruht auf dem Umstande, daß die bereits angelegten Nervenfasern (Axenzylinder) zu sehr verschiedenen Zeiten der individuellen Entwicklung ihre Markscheide erhalten, so daß Abstände von mehreren Monaten die Markumhüllung verschiedener Bahnsysteme voneinander trennen können. Die Markscheidenbildung, so hat sich gezeigt, erfolgt weder gleichzeitig oder diffus bei allen Bahnsystemen noch in beliebiger Abwechslung, sondern örtlich und zeitlich geregelt, an gewisse Systeme und Entwicklungsstufen gebunden. Jene Systeme umhüllen sich am frühesten mit Markscheiden, welche für die Funktionen des jungen Organismus ihrer am frühesten bedürfen; so lassen sich hieraus auch Schlüsse ziehen, auf die Entwicklungsstufen bestimmter Hirn- und Rückenmarkszentren.

Im allgemeinen können die verschiedenen Teile des Nervensystems nach der Zeit der Markscheidenbildung in folgende Reihe gebracht werden:

Am frühesten erhalten ihre Markscheide die Fasern der peripheren Nervenstämme sowie der Reflexbahnen des Rückenmarkes und des verlängerten Markes, im ganzen also die Fasern der Außen-Neuronen; hierauf folgen die Fasern des Kleinhirns; sodann jene Fasern, welche die Rinde der Endhirnhemisphären mit der grauen Substanz des Rückenmarkes und des Hirnstammes verbinden; endlich die im Gebiete der Endhirnhemisphären zerstreuten Fasern. Von allen zentralen Fasern erhalten die Assoziationsfasern ihr Mark am spätesten.

Zu bestimmter Zeit also wird man bei der Untersuchung eines jungen Nervensystems gewisse Fasern bereits mit der Markscheide versehen, andere des Markes noch entbehrend antreffen. Hierdurch ist der Untersucher in den Stand gesetzt, dieses oder jenes Fasersystem von allen übrigen scharf zu trennen.

6. Die Methode der Untersuchung der Nerveneinheiten.

Die Nerveneinheiten, Neuronen, kennt man genauer erst seit kurzer Zeit. Das ganze Nervensystem besteht seiner wesentlichen Zusammensetzung nach aus einer Vielheit von Nerveneinheiten, die zueinander und zu dem übrigen Körper in bestimmte Beziehungen gesetzt sind. Es genügt nicht, nur Bahnen im allgemeinen zu kennen, mit ihren Anfangs- und Endpunkten, sondern es ist erforderlich, die Beziehungen aller Nerveneinheiten zu allen Bahnen kennen zu lernen. Beim Menschen, wie bei den Tieren, bei Embryonen und bei Erwachsenen, mit diesem oder jenem geeigneten technischen Verfahren sind also die Nerveneinheiten in allen ihren Verhältnissen zu erforschen. Die Methode der Untersuchung der Nerveneinheiten steht gegenwärtig im Vordergrund der Forschung.

7. Die physiologische oder vivisektorische Methode.

Durch unmittelbare, namentlich elektrische Reizung können bestimmte Zentren und Fasergruppen in Erregung versetzt und kann der Erfolg wahrgenommen werden. Durch Zerstörung von

Zentren oder Durchschneidung bestimmter Fasergruppen wird deren Tätigkeit aufgehoben; hier kommt es auf das Studium der vorhandenen Ausfallserscheinungen an. Außer der Erkennbarkeit der Verlaufsrichtung der Fasern wird durch die Methode auch die Funktion der betreffenden Zentren und Fasergruppen der Untersuchung zugängig gemacht, sie ist folglich eine höchst wichtige Methode.

8. Die pathologisch-physiologische Methode.

So nennt v. Bechterew eine Methode, welche auf dem gleichen Prinzipe beruht wie die 7. Methode; auch hier handelt es sich um Zerstörung von Teilen des Nervensystems. Was aber dort die Hand des Experimentators am Tiere, das tut hier die Natur selbst durch krankhafte Vorgänge am nervösen Zentralorgane des Menschen.

9. Die Methode der primären Degeneration.

Eine Anzahl von Rückenmark- oder Gehirnerkrankungen befällt nur gewisse Fasersysteme und läßt, anfänglich oder dauernd, andere Systeme frei. Solche Erkrankungen, z. B. der Hinterstränge des Rückenmarkes, werden System-Erkrankungen genannt. Aus der Untersuchung des erkrankten Systems lassen sich über die Grenzen dieses Systems öfters wichtige Anhaltspunkte gewinnen.

10. Die Methode der sekundären Degeneration.

Im Jahre 1850 hatte Türck gefunden, daß die Unterbrechung der Leitung im Rückenmark zu Degenerationen führte, welche sich aufwärts in anderen Fasersträngen vollzogen als abwärts. 1852 zeigte Waller, daß durchschnittene Nerven in ganz bestimmten Richtungen degenerieren. Das Studium der sekundären Degenerationen, wie man diese Folgeerscheinungen nennt, ist seitdem für den Fortschritt der uns beschäftigenden Lehre von großer Bedeutung geworden. Es ergab sich, daß im Rückenmark und Gehirn ganz bestimmte Fasergebiete degenerieren, je nach dem Orte und der Ausdehnung des Eingriffes, welcher die Degeneration im Gefolge hat. Die degenerierten Fasern können in der ganzen Länge ihres Verlaufes verfolgt werden, indem sie sich durch die sinnfälligen Erscheinungen der Degeneration von den angrenzenden gesunden Gebieten wohl unterscheidbar abheben. Fasergebiete, in welchen eine Degeneration sich konstant fortzupflanzen pflegt, nennt man auch Fasersysteme. Für die Gesamtheit der sekundären Degeneration gilt der Satz, daß Fasern entarten, welche von ihren Ursprungsherden getrennt worden sind. Auf das einzelne Neuron übertragen lautet dieser Satz: eine Nervenfaser degeneriert, die vor ihrer Ursprungszelle getrennt worden ist. So unterscheidet man absteigende und aufsteigende Degenerationen, je nachdem der Ursprungsherd eines Fasersystemes oberhalb oder unterhalb der Eingriffsstelle gelegen ist. Die sekundäre Degeneration ist für die Aufhellung eines Fasersystems von Wichtigkeit nur unter der Bedingung vorhandener positiver Ergebnisse. Die Methode ist eine äußerst wichtige und verspricht auch in der Zukunft noch bedeutende Erfolge.

Beispiele für sekundäre Degeneration sind folgende:

Wird die Pyramidenbahn in der Capsula interna durch einen Krankheitsherd zerstört, so verändern sich die Markscheide und der Axenzylinder der von ihren Ursprungszellen in der Endhirnrinde abgetrennten Nervenfasern; sie schwinden allmählich und werden durch Bindegewebe ersetzt. Die Entartung setzt sich von der inneren Kapsel aus unaufhaltsam bis in das Rückenmark fort und nimmt dort das bekannte Gebiet im gekreuzten Seitenstrange und im gleichseitigen Vorderstrange ein. Die Degeneration schreitet fort mindestens bis zu den Kollateralen und Endfasern der Pyramidenbündel in der grauen Substanz der Vordersäule; denn bis dahin erstrecken sich die Neuronen der Pyramiden. Fig. 85.

Wird durch Druck oder eine andere Verletzung der Brustteil des Rückenmarkes unterbrochen, so degeneriert die kaudal liegende Pyramidenbahn abwärts. Aber auch aufwärts folgt eine Degeneration nach. Sie nimmt angrenzend das ganze Gebiet der Hinterstränge ein; einige Wurzelhöhen weiter kranial beschränkt sie sich jedoch auf die Gollschen Bündel. Die degenerierten Fasern sind hier zum größten Teil Wurzelfasern, welche von ihrem Ursprungsherde, den Spinalganglien, getrennt worden sind.

Nicht immer aber macht die Degeneration an den Grenzen eines Neurongebietes Halt; sie kann sich auf ein Neuron der folgenden Ordnung fortsetzen. So degeneriert in dem angegebenen Beispiele nicht nur ein Teil des Burdachschen und der Gollsche Strang aufwärts, sondern auch das Kleinhirnseitenstrangbündel.

11. Die Methode der Entwicklungshemmung.

Künstlich an jungen Tieren hervorgerufene oder durch krankhafte Vorgänge im fetalen Leben bedingte Zerstörungen zentraler oder peripherer Organe erzeugen Entwicklungshemmungen oder

völlige Atrophie der ihnen entsprechenden peripheren oder zentralen Organe. Die Methode vermag also, aber nur sofern sie positive Ergebnisse liefert, wichtige Aufschlüsse über den Zusammenhang zentraler und peripherer Apparate zu gewähren.

12. Die Methode der angeborenen Defekte im nervösen Apparate.

Sie schließt sich an die Methode der künstlich erzeugten Entwicklungshemmung unmittelbar an.

Historische Entwicklung der Lehre von den Leitungsbahnen.

Beim Betreten dieses Gebietes ist passend an ein im Jahre 1819 gesprochenes Wort von Burdach zu erinnern: *„Das Sammeln einzelner Baustoffe ist doch nicht allein, was Not tut. In jedem Zeitraum, wo eine neue Masse derselben gewonnen worden ist, mögen wir von neuem daran gehen, sie zum Gebäude zu fügen. Durch solche Gestaltgebung wird das Fortschreiten des Forschungsgeistes zu neuen Entdeckungen keineswegs gehemmt; vielmehr erfahren wir gerade erst, wenn wir das Ganze überblicken, die Lücken unserer Kenntnisse und lernen einsehen, welche Richtungen die Forschung künftig nehmen muß. Möge der Versuch eines solchen Baues sich immer wiederholen. Keiner geht vorüber, ohne dem Wissen förderlich gewesen zu sein.“*

Auch jetzt noch haben diese Worte ihre volle Geltung zu beanspruchen. Doch können sie gegenwärtig schon von angenehmeren Empfindungen begleitet werden, als zu jener Zeit, obwohl diese erst einer nahen Vergangenheit angehört. Damals machte der Hirn- und Rückenmarksbau noch den Eindruck eines Chaos. Hirn und Rückenmark waren Gebilde von fast unnahbarer Größe. Aber es ist seitdem ein weiter Weg zurückgelegt worden. Anstatt in dem zentralen Nervensystem noch ein Chaos wahrzunehmen, sehen wir gegenwärtig die Grundzüge seines Baues klar vor uns; wir wissen im wesentlichen, wie Rückenmark und Gehirn beschaffen sind, bei Tieren und bei Menschen, bei Embryonen und bei Erwachsenen. Auch sehen wir genau die noch vorhandenen Lücken und kennen mit Sicherheit die Mittel, sie nach und nach auszufüllen. An Stelle der früheren Trostlosigkeit ist also eine hinreichend begründete Zuversicht getreten.

Diesen Eindruck tragen wir davon, wenn wir rasch einen Überblick zu gewinnen suchen über die verschiedenen Versuche, die gemacht worden sind, Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark zu erkennen.

Schon Descartes gab in seinem Tractatus de homine (1662) schematische Darstellungen der Hirnfaserung. Was aber seine Bemühungen zu bedeuten hatten, läßt sich unschwer erkennen, wenn wir zusehen, welche Anschauungen noch um die Mitte des vorigen Jahrhunderts vertreten waren.

So sagt noch Arnold: „Die Nervensubstanz ist teils weiße, teils graue. Am Rückenmarke, am verlängerten Marke und an den Stielen des Hirns liegt die weiße Substanz außen und die graue innen: am kleinen und großen Hirn dagegen befindet sich die graue Substanz teils im Inneren der Marksubstanz, teils im Umfange derselben. Die von Markmasse umschlossene graue Substanz wollen wir als Kernsubstanz, Substantia nuclearis, bezeichnen; die an der Peripherie der Marksubstanz befindliche graue Masse wird im Gegensatz zu jener Rindensubstanz, Substantia corticalis, genannt. Die Kernsubstanz kommt vor im Rückenmark, im verlängerten Mark, im Inneren des kleinen und großen Hirns, in letzterem namentlich in den Hirnhügeln; die Rindensubstanz dagegen befindet sich nur am kleinen und großen Hirn, die beide an ihrer Peripherie mit einer Lage von Rinde versehen sind. Es gibt nur wenige Stellen im Umfange des großen und kleinen Hirns, an denen die Markmasse bloß liegt oder noch über die Rinde sich hinwegzieht; hierher gehören die Flocke am kleinen Hirn und die weiße netzförmige Substanz an der inneren Partie des Unterlappen vom großen Hirn. — Die weiße oder markige Substanz, Substantia alba s. medullaris, besteht 1. aus einer feinkörnigen Masse, 2. aus lichten, weißen, körnigen Kugeln (Markkugeln) und 3. aus Primitivfasern. — Im Rückenmark ziehen die Fasern longitudinal, d. h. parallel mit der Axe, vom unteren bis zum oberen Ende und setzen sich ununterbrochen durch das verlängerte Mark teils in gerader, teils in gekreuzter Richtung bis zu den Stielen des kleinen und großen Hirns fort. — Die graue Substanz, Substantia cinerea s. spongiosa (nach Rolando), enthält als wesentliche Bestandteile 1. eine feinkörnige Masse, 2. kleine körnige Kügelchen (graue Kugeln), 3. die mehr oder weniger ansehnlichen und verschieden gestalteten Ganglienkugeln und 4. primitive Nervenfasern. Die graue Substanz ist weicher als die weiße, erscheint bei durchfallendem Lichte heller und durchsichtiger und kommt in verschiedenen Abarten der Färbung vom Gelblichgrauen bis zum Dunkelgrauen und vom Rötlichen bis zum Schwarzen vor.“

So verhielt es sich mit der Kenntnis der Nervenelemente zur Blütezeit der Abfaserungsmethode und zur Zeit, als die bereits erstarkende Zellenlehre ihren Siegeslauf anzutreten begann. Es läßt

sich also leicht denken, welche Vorstellungen über den feineren Bau des Rückenmarkes und Gehirnes vorhanden waren in noch früheren Jahrzehnten und Jahrhunderten; ihnen hat Fantoni seinerzeit einen berühmt gewordenen Ausdruck verliehen, welcher bereits oben erwähnt worden ist: Obscura textura, obscuriores morbi, obscurissimae functiones.

Es ist nützlich, noch eine zweite Stimme zu hören. Es ist diejenige eines Heros der anatomischen, physiologischen und pathologischen Forschung. Gar oft hat sie den Klang der Trauer, insofern Henle das Ziel mit voller Sicherheit vor Augen sah, aber an der hartnäckigen Schwierigkeit des Gegenstandes unmutig verzweifelte.

So sagt Henle von dem Ziele: „Stände uns eine vollkommene Einsicht in den Bau des Nervensystems zu Gebote, so hätte die anatomische Beschreibung die Aufgabe, jede Faser oder doch jede physiologisch eigentümliche Gruppe von Fasern von den Nervenzellen, aus welchen sie ihren Ursprung nehmen, bis zum Orte ihrer peripherischen Endigung, oder in umgekehrter Richtung, zu verfolgen. Die peripherischen Enden werden hier nur so weit abgehandelt, als sie nicht ihrer Gleichmäßigkeit wegen der Physiologie anheimfallen (Muskelnerven) oder wegen ihrer Ausstrahlung in besondere Organe zweckmäßiger mit diesen Organen in der Eingeweidelehre dargestellt wurden (Sinnesnerven). Was die zentralen Endigungen der Fasern betrifft, so gestattet der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse nicht, dieselben aus der kompakten Masse der sogenannten Zentralorgane auszuscheiden. So weit also die Fasern der peripheren Nerven durch die Zentralorgane verlaufen, werden sie als Bestandteil der letzteren geschildert. Dadurch erhalten die Ausdrücke Wurzel und Ursprung einen Doppelsinn. Sie bedeuten sowohl die an der Oberfläche der Zentralorgane austretenden Fäden und deren Austrittsstelle, als auch die Zellenfortsätze, in welche die Nervenfasern in der Tiefe übergehen, und die Zellen, mit welchen sie zusammenhängen. Die letzteren führen in Beziehung zu den aus ihnen hervorgehenden Nerven auch den Namen Kerne."

Eine andere Stelle bei Henle hat folgenden Wortlaut: „Ebenso unzulänglich, wie in der Unterscheidung der Spezies der Nerven, erweist sich die anatomische Untersuchung in der Verfolgung ihrer Bahnen. Sie darf, als Resultat der mikroskopischen Zergliederung der Nerven, den Satz aussprechen, daß jede Faser selbständig und ununterbrochen vom zentralen zum peripherischen Ende verläuft; aber wie die Stämme durch gegenseitigen Austausch ihrer Bündel an vielen Stellen Geflechte bilden, so gehen die sekundären Bündel auch innerhalb der Stämme Verflechtungen ein, und diese sind in vielen Nerven so häufig, daß der einzelne Strang sich kaum auf eine Strecke von einigen Millimetern isolieren läßt. Den einzelnen Primitivfasern, die man nur mikroskopisch zu unterscheiden und demnach nur in sehr kleinen Teilen ihres Weges zu übersehen vermag, durch diese Anastomosen nachzugehen, ist untunlich. Noch größer sind die Schwierigkeiten, wenn es sich um den Lauf der Nerven in den Zentralorganen handelt, wo die Fasern der Nervenwurzeln sich früher oder später nach dem Eintritt vereinzeln und zwischen anderen Elementen zerstreuen. Die Substanz der frischen Zentralorgane gestattet ihrer Weichheit wegen keine Zerfaserung, die Zerfaserung der gehärteten enthüllt nur die Richtung der groben Züge, und die Stillingsche Methode, die Zerlegung des gehärteten Organs in feine Scheiben, läßt Zweifel, ... die durch die Meinungsverschiedenheiten der Beobachter auf diesem Gebiete nur zu anschaulich werden."

Aber die Zeit der Auffindung weiterführender Untersuchungsmethoden war damals erst im Anbrechen begriffen. Ein Rückenmarkschema von wissenschaftlicher Bedeutung lieferte zuerst Stilling auf Grund der von ihm erfundenen Methode.

Von späteren Darstellungen ist diejenige von Kölliker (1867) als lehrreich in Betrachtung zu ziehen. Seine Hauptsätze sind die folgenden:

„1. Die Fasern der motorischen und sensiblen Wurzeln haben ihre Ursprünge (Endigungen) teils im Marke, teils im Gehirne mit Inbegriff der Medulla oblongata. 2. Die im Marke entspringenden Wurzelfasern stammen von den Nervenfortsätzen der Zellen und gibt es besonders motorische und sensible Zellen. 3. In jeder Rückenmarkshälfte stehen alle Zellen einer Art durch ihre verästelten Ausläufer, indem dieselben wahrscheinlich ein Netz bilden, untereinander in Verbindung, bilden jedoch eine gewisse Zahl Abteilungen (Kerne), die auf jeden Fall der Menge der Wurzeln entsprechen, wahrscheinlich aber noch zahlreicher sind. 4. In derselben Weise hängen auch die sensiblen und motorischen Zellen und die Zellen der rechten und linken Rückenmarkshälfte durch Anastomosen zusammen. 5. Die Richtigkeit der Annahme solcher Anastomosen vorausgesetzt, erscheint es ebenso leicht möglich, daß dieselben durch die unveränderten verästelten Zellenausläufer sich machen oder daß dieselben zum Teil überall vorher die Natur dunkelrandiger Fasern annehmen. 6. Die Zellen, die als Quellen und Enden der Wurzelfasern sich ergeben, stehen durch besondere Wurzelfasern mit dem

Gehirn in Verbindung, die wahrscheinlich alle in den weißen Strängen verlaufen. Da die Zahl dieser Leitungsfasern geringer zu sein scheint als die der Wurzelfasern, so entspricht wahrscheinlich eine Leitungsfaser immer einer Gruppe von Nervenzellen und Wurzelfasern. 7. Die Leitungsfasern sind allem Anscheine nach ebenfalls wie die Wurzelfasern Fortsetzungen von Nervenfaserfortsätzen der Zellen. Ist dem so, so müssen, da keine Zelle zwei Nervenfaserfortsätze abgibt, besondere Zellen für die Leitungsfasern angenommen werden, von welchen Leitungszellen dann vor allem das gelten würde, was unter 4 von den Anastomosen von vorn nach hinten und von rechts nach links bemerkt wurde. Außerdem könnten auch noch manche Zellen vorkommen, die einfach als Bindeglieder dienen und weder mit Wurzelfasern noch mit Leitungsfasern unmittelbar zusammenhängen."

Wenn man bedenkt, daß diese Angaben vor fünf Dezennien gemacht worden sind, so hat der Satz 7 ein besonderes Interesse. Man erkennt, daß die Vorstellung von Nerveneinheiten sich in demselben bereits glücklich auszuprägen beginnt.

In der Tat brauchte Kölliker in seiner neueren Darstellung des Rückenmarkbaues nur auf diese früheren Vorstellungen zurückzugreifen, um mit gewissen Modifikationen den neuen Tatsachen ganz gerecht zu werden.

Was die Leitungsbahnen im Gehirn betrifft, so war eine Reihe von Forschern, vor allen Deiters, mit Aufwendung von allen zu Gebote stehenden Hilfsmitteln bestrebt, ein Verständnis des Hirnbaues besonders dadurch zu gewinnen, daß sie den Bau verschiedener Teile des Gehirnes, in erster Linie denjenigen der Medulla oblongata, auf den Bau des Rückenmarkes zurückzuführen suchten.

Ein anderer berühmter Forscher, Meynert, nahm seinen Ausgangspunkt überwiegend von physiologischen Überlegungen, ohne indessen der anatomischen Grundlage zu entraten. Er brachte in seinem Hirnschema die innerhalb des ganzen Gehirns vorhandene graue Substanz, welche ja in der Tat in verschiedener Weise untergebracht ist, in vier große Abteilungen, indem er unterschied:

1. die flächenhaft ausgebreitete Substanz der Endhirnrinde;
2. die graue Substanz der von ihm unter dem Namen Hirnganglien zusammengefaßten Gebilde, nämlich des Nucleus caudatus und lentiformis, des Sehhügels und der Vierhügel;
3. das zentrale Höhlengrau, d. i. diejenige graue Substanz, welche in der Verlängerung der grauen Säulen des Rückenmarkes die Wandungen des vierten Ventrikels, der Sylvischen Wasserleitung, des dritten Ventrikels auskleidet;
4. die grauen Lager des Kleinhirnes, mögen sie der Rinde des Organes angehören, oder in seiner Tiefe versteckt liegen.

Die Leitungsbahnen berücksichtigend, sucht Meynert auf physiologischem Hintergrunde die Hauptzüge der Hirnfaserung zu enthüllen. Er geht dabei von dem Grundgedanken aus, daß jeder Teil des Körpers in unmittelbarer leitender Verbindung mit der Endhirnrinde steht, indem dieselbe die Fähigkeit besitzt, einerseits von sämtlichen empfindenden Flächen Empfindungseindrücke aufzunehmen, andererseits den Muskeln Bewegungsantriebe zuzuschicken.

Alle peripheren Teile sind dieser Vorstellung entsprechend in der Hirnrinde vertreten. Letztere ist als eine Projektionsfläche anzusehen, auf welche die Außenwelt projiziert wird. Die Leitungsbahnen zwischen der Endhirnrinde und der Peripherie sind daher Projektionssysteme.

Das gesamte Projektionssystem ist aber kein ununterbrochenes; vielmehr findet nach Meynerts Anschauung von der Hirnrinde bis zur Peripherie eine zweimalige Unterbrechung durch graue Massen statt. So entsteht ein Projektionssystem erster, zweiter und dritter Ordnung.

Zunächst konvergieren die von der Hirnrinde sich entwickelnden Fasern zu den von Meynert als Hirnganglien bezeichneten grauen Massen (Streifenhügel, Sehhügel, Vierhügel) und senken sich in dieselben ein. Dies ist das Projektionssystem erster Ordnung.

Mit bedeutend verringerter Fasermenge tritt die Fortsetzung aus den genannten Hirnganglien aus und verläuft nun als Projektionssystem zweiter Ordnung längs des ganzen Hirnstammes und längs des Rückenmarkes abwärts, um in der ganzen Ausdehnung Fasern an die zweite graue Unterbrechungsmasse abzugeben, an das zentrale Höhlengrau, aus welchem nach Meynert auch die graue Substanz des Rückenmarkes besteht. Dieses Grau erstreckt sich, wie schon erwähnt, vom dritten Ventrikel bis zum Conus medullaris des Markes. Demgemäß haben die Fasern des zweiten Systemes eine sehr verschiedene Länge; die Dicke des Systemes nimmt hinten allmählich ab, die Länge zu.

Aus dem zentralen Höhlengrau entspringt endlich das Projektionssystem dritter Ordnung. Dieses besteht aus den peripheren Nerven und zeichnet sich gegenüber dem zweiten wieder durch eine bedeutende Vermehrung der Faserzahl aus. Fig. 236.

Das Projektionssystem erster Ordnung oder das erste Glied des Projektionssystemes bildet den Hauptbestandteil der Reilschen Stabkranzfaserung. Das zweite Glied des Projektionssystemes stellt die Hauptfaserzüge des Reilschen-Hirnschenkelsystemes dar, schließt Fuß und Haube des Hirnschenkels ein und geht in die langen Bahnen des Rückenmarkes über; das dritte Glied des Projektionssystemes wird, wie gesagt, von den peripheren Nerven gebildet.

Im Gebiet des zweiten Projektionssystemes findet eine Kreuzung der Fasermassen statt, so daß die Endhirnhemisphären mit den entgegengesetzten Körperhälften verbunden sind. In das zweite Projektionssystem ist ferner das Kleinhirn eingeflochten, welches vorn mit den Hirnganglien, beziehungsweise mit der Endhirnrinde, hinten mit dem Rückenmark Verbindungen besitzt. Das zweite Projektionssystem besteht ferner aus zwei verschiedenen Bahnen, einer ventralen, dem Hirnschenkelfuße, und einer dorsalen, der Hirnschenkelhaube. Der Fuß steht mit dem Nucleus caudatus und lentiformis, die Haube mit den Sehhügeln und den Vierhügeln in Verbindung. Erstere werden daher als Ganglien des Fußes, letztere als Ganglien der Haube betrachtet. Der Fuß des Hirnschenkels enthält die Willkürbahnen, die Haube Reflexbahnen. Ein in der Substantia nigra enthaltenes Fasersystem bildet das Stratum intermedium.

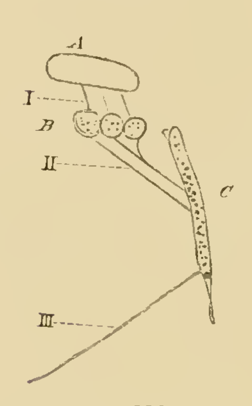


Fig. 236.

Allgemeines Schema des Meynertschen Hirnplanes. *A* Vorderhirn; *B* Corpus striatum, Sehhügel und Vierhügel; *C* Höhlengrau und Rückenmarkgrau. *I, II, III* die drei Glieder des gesamten Projektionssystems.

Dem Projektionssysteme stehen gegenüber:

1. die Kommissurensysteme, welche zur Verbindung identischer Stellen beider Hälften dienen (Balken, vordere Kommissur);
2. die Assoziationssysteme, bestimmt zur Verbindung verschiedener Stellen derselben Hemisphäre.

Dies sind die Grundzüge der Meynertschen Lehre des Hirnbaues. Wie überhaupt Schemata leicht etwas Wandelbares haben, so blieb auch das bis ins einzelne ausgearbeitete System Meynerts von dem Schicksal nicht verschont, von der zunehmenden Erfahrung überholt zu werden. Viele der Säulen, welche zur Stütze des Gebäudes aufgerichtet worden waren, sind unterdessen gesunken, und man möchte befürchten, auch die letzten, schon geborsten, könnten über Nacht dahinstürzen. Gewisse Gedanken aber, wie jene, welche die Verknüpfung der Hirnrinde und der Außenwelt durch ein großes Projektionssystem ausdrücken, werden dennoch bestehen bleiben und fortwirken. Meynert kommt zweifellos das Verdienst zu, zum ersten Male auf einem schwierigen Gebiete ein umfassendes, seinerzeit wohlberechtigtes System des Hirnbaues aufgestellt zu haben.

Über den Begriff des Höhlengrau ist bereits oben (S. 193) auf Grundlage der neueren Erfahrungen über die einheitliche Entstehung der gesamten grauen Substanz berichtet worden. Kann man auch das Rinden-, Kern- und Höhlengrau in sekundärer Weise voneinander trennen, so gehört doch die graue Substanz des Rückenmarkes nicht in die Abteilung des Höhlengrau, sondern in ihr sind sämtliche graue Unterabteilungen voneinander ungeschieden vertreten. Mit anderen Worten, die beiden Medullarplatten des Rückenmarkes setzen sich mit ihren verschiedenen Längszonen unmittelbar in die Medullarplatten des Gehirnes fort und lassen aus sich die verschiedenen Zonen der grauen Masse hervorgehen.

Schwerer fällt in das Gewicht, daß in dem Meynertschen Hirnschema das morphologische Element nicht genügend vertreten ist. Das Gehirn ist kein so einheitlicher Körper, wie man ihn gern zu betrachten geneigt war, sondern es geht aus drei morphologisch gleichwertigen, aufeinanderfolgenden Abteilungen hervor, den drei primären Hirnbläschen, die sich später in fünf Abteilungen scheiden. Vom embryologischen Standpunkte ist keine andere Einteilung haltbar. Das Vierhügelhirn ist morphologisch betrachtet nichts weniger als ein Ganglion des Großhirnes, sondern übertrifft das Endhirn an morphologischer Bedeutung, insofern letzteres als ein Auswuchs des Zwischenhirnes zu betrachten ist. Die in dem Meynertschen Schema vorkommenden Ganglien (Zwischenhirn, Vierhügel) sind also sämtlich morphologische Hirnabteilungen mindestens desselben Ranges, wie das Endhirn. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß auch die Untersuchung

der Leitungsbahnen mit dieser Unterlage zu rechnen hat und mehr und mehr auf embryologischem Boden sich bewegen muß.

Fußend auf der Meynertschen Theorie der Projektionssysteme hat die Folgezeit eine außerordentliche Menge von physiologischen und pathologischen Untersuchungen hervorgebracht, auf Grund deren die psycho-motorischen und psycho-sensiblen Felder der Großhirnrinde bestimmt wurden, wie sie in den Figuren 237—240 dargestellt sind. (Über die neueren Anschauungen vergleiche die Figuren 250, 251.)

Das vor drei Jahrzehnten (1883 u. 1885) erschienene, von Chr. Aeby ausgearbeitete Hirnschema, durch einen Zeitraum von mehr als einem Jahrzehnt von seinem Vorgänger geschieden, stellt die unterdessen, insbesondere mit der neuen Markscheidenmethode gewonnenen bedeutungsvollen Erfahrungen übersichtlich zusammen und fußt dabei insbesondere auf den Beobachtungen von Flechsig und Wernicke, in streitigen Fragen des letzteren Anschauung bevorzugend.

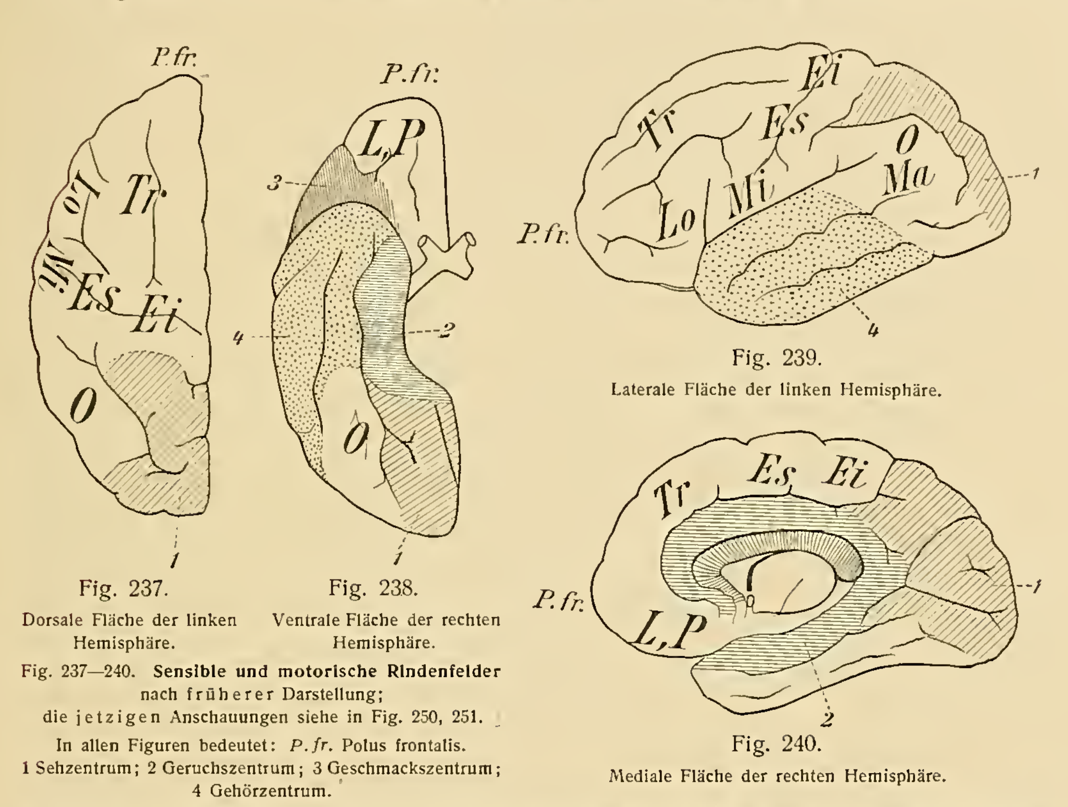


Fig. 237. Dorsale Fläche der linken Hemisphäre.

Fig. 238. Ventrale Fläche der rechten Hemisphäre.

Fig. 239. Laterale Fläche der linken Hemisphäre.

Fig. 240. Mediale Fläche der rechten Hemisphäre.

Fig. 237—240. **Sensible und motorische Rindenfelder** nach früherer Darstellung; die jetzigen Anschauungen siehe in Fig. 250, 251.

In allen Figuren bedeutet: *P. fr.* Polus frontalis.
1 Sehzentrum; 2 Geruchszentrum; 3 Geschmackszentrum; 4 Gehörzentrum.

Es motorisches Zentrum der oberen Extremität; *Ei* motorisches Zentrum der unteren Extremität; *L, P* motorisches Zentrum des Kehlkopfes und Gaumens; *Lo Mi* motorisches Zentrum der Sprache und der Mimik; *Ma* motorisches Zentrum der Kaubewegungen; *O* motorisches Zentrum der Augenbewegungen; *Tr* motorisches Zentrum der Rumpfbewegungen.

Aeby teilt, indem er sich sofort auf einen gefährlichen Weg begibt, nach den Lehren der vergleichenden Anatomie das zentrale Nervensystem in ein segmentales und nichtsegmentales Gebiet ein. Das Rückenmark ist segmental angelegt und richtet sich nach der allgemeinen Wirbelgliederung, wie er sich ausdrückt. Das Gehirn aber zerfällt in ein segmentales und nichtsegmentales Stammgebiet und in ein Hemisphärengebiet (siehe auch S. 234).

a) Das segmentale Stammgebiet des Gehirnes enthält segmentale Bestandteile, bis zur völligen Unkenntlichkeit verwischt, in den verschiedenen Nervenkernen, von welchen die meisten dem verlängerten Marke und seinem zentralen Höhlengrau angehören, einige aber bis zum Höhlengrau des dritten Ventrikels vorrücken. Die unterste Gruppe der Nervenkerne gehört dem neunten bis zwölften Hirnnerven an; die mittlere dem sechsten bis achten, die folgende dem fünften; die vierte Gruppe ist ausschließlich motorisch und gehört dem dritten und vierten Hirnnerven an, während die Reihe der sensiblen Kerne vorn mit dem Trigeminus abschließt. Im ganzen sind also vier

Gruppen von Nervenkernen zu unterscheiden. Der Olfactorius ist als ein direktes Differenzierungsprodukt des Vorderhirnes, der Optikus als ein solches des Zwischenhirnes zu betrachten.

b) Das nichtsegmentale Stammgebiet des Hirnes ist gegeben 1. durch den Haubenstrang, 2. durch den Schleifenstrang (siehe Fig. 241).

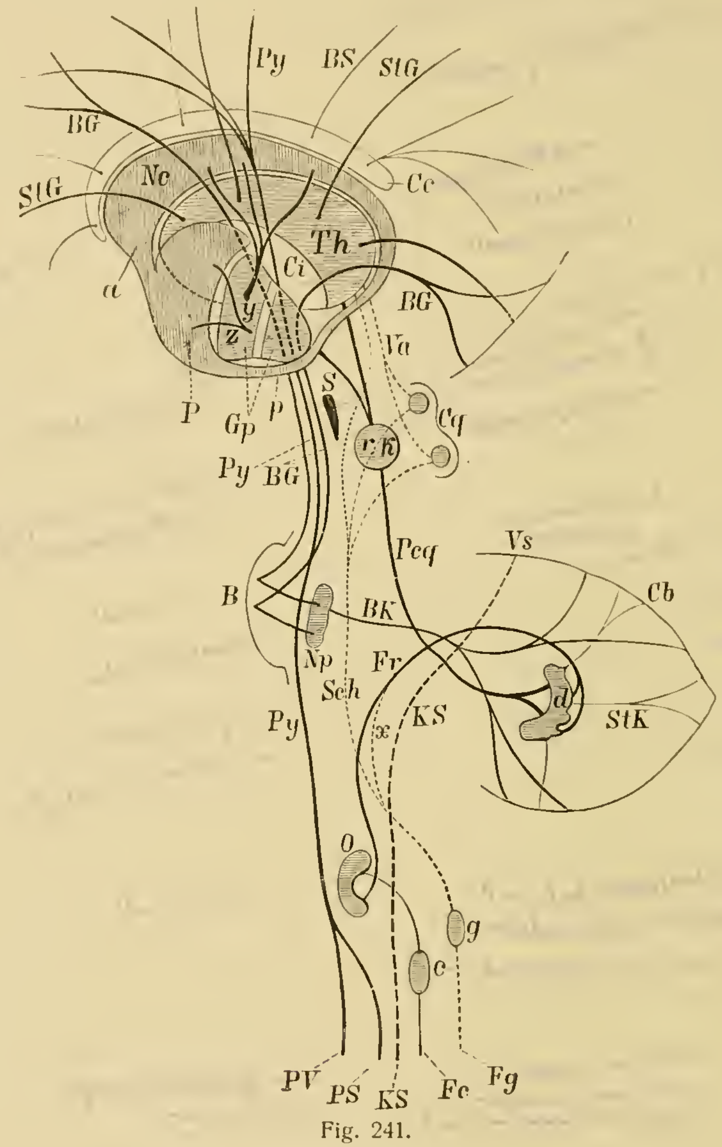


Fig. 241.

Hirnschema bei seitlicher Ansicht. (Chr. Aeby.)

c Nucleus fasciculi cuneati; *g* Nucleus fasciculi gracilis; *O* untere (große) Olive; *Cb* Rinde des Kleinhirnes; *Vs* Vermis superior des Kleinhirnes; *d* Nucleus dentatus cerebelli; *B* Brücke; *Np* Nucleus pontis lateralis; *Cq* Corpus quadrigeminum; *rk* roter Kern der Haube; *S* Substantia nigra (Sömmerringi); *P* Putamen (Linsenkern von Aeby); *Gp* Globus pallidus; *Nc* Nucleus caudatus; *a* vordere Verbindung zwischen dem Putamen und dem Nucleus caudatus; *Th* Thalamus; *Ci* Capsula interna; *Cc* Corpus callosum; *PV*, *PS* Vorder- und Seitenstrangpyramidenbahn; *Py*, *Py* Pyramidenbahn, dorsalwärts in der Endhirnrinde endigend; *Ks* Kleinhirnseitenstrangbahn, zum Oberwurm (*Vs*) ziehend; *Fc* Fasciculus cuneatus; *Fr* Funiculus (Corpus) restiformis; *Pcq* Crus cerebelli ad corpus quadrigeminum, zum roten Kerne und von ihm zum Thalamus und Globus pallidus ziehend; *Fg* Fasciculus gracilis; *Sch* Schleifenstrang; *x* Bündel der Schleife zum Kleinhirne; *Va* Vierhügelarme (Brachia quadrigemina) zum Sehhügel; *StK* Stabkranz des Kleinhirnes; *StG* Stabkranz des Endhirnes = Thalamusverbindung des Endhirnes, deren vier in der Figur gezeichnet sind; *y* Verbindung des Nucleus caudatus mit dem Globus pallidus; *z* Verbindung des Globus pallidus mit dem Putamen; *BG*, *BG* vorderes und hinteres Bündel des Brückenschenkels des Endhirnes; *BK* Brückenschenkel des Kleinhirnes; *BS* Balkenstrahlungen zur Endhirnrinde (es sind deren sieben Linien gezeichnet).

Der Haubenstrang enthält von grauer Substanz: den Kern des Keilstranges, die Olive, den Nucleus dentatus cerebelli, den roten Kern, den Sehhügel und den Globus pallidus des Linsenkernes. Die weiße Substanz des Haubenstranges besteht aus dem Oliven- und Großhirnschenkel des Kleinhirnes.

Der Schleifenstrang enthält von grauer Substanz: den Kern des Gollschen Stranges, die Ganglien des Vierhügels und den Sehhügel. Die weiße Substanz des Schleifenstranges enthält die Schleife, die Vierhügelarme und den Gollschen Strang.

Der Haubenstrang (*Fc*) geht aus den hinteren Grundbündeln oder dem Keilstrange des Rückenmarkes hervor und tritt in den Nucleus fasciculi cuneati (*c*) ein. Auch weiter cerebralwärts ist seine Neigung groß, graue Massen in seine Bahn aufzunehmen, indem er durch die Olive (*O*), weiterhin durch den Nucleus dentatus cerebelli (*d*), durch den roten Kern (*rk*) unterbrochen wird und darauf teils zum Sehhügel (*Th*), teils zum Globus pallidus (*Gp*) zieht, welcher wesentlich zum Sehhügel gehört. Die aus der Olive hervorgegangenen Fasern des Haubenstranges kreuzen sich

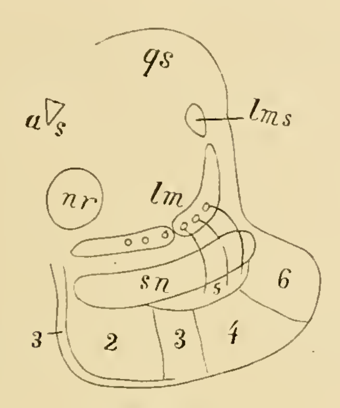


Fig. 242.

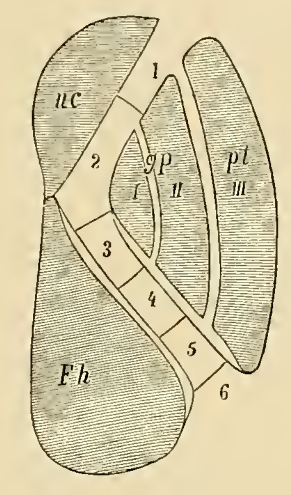


Fig. 243.

Fig. 242. **Schema des Hirnschenkelfußes.** (v. Bechterew.) *qs* oberer Vierhügel; *aS* Sylvische Wasserleitung; *nr* roter Kern; *sn* Substantia nigra; *lm* Lemniscus medialis; sein medialer Abschnitt besteht hauptsächlich aus Fasern, welche aus den Kernen der Keilstränge, sein lateraler Abschnitt hauptsächlich aus solchen, welche aus den Kernen der zarten Stränge hervorgehen; *lms* Lemniscus lateralis; 6 Fasern des lateralen oder hinteren Brückensystemes; 4 Fasern des Pyramidenstranges; 3 Fasern motorischer Hirnnerven; 5 Fasern motorischer Hirnnerven, welche die in der Schleifenschicht zerstreuten (2) Fasern des vorderen oder medialen Brückensystemes bilden.

Fig. 243. **Schematische Darstellung der Faserverteilung in der inneren Kapsel.** (v. Bechterew.) *I, II, III* die drei Teile des Nucl. lentiformis; *nc* Nucleus caudatus; *Fh* Thalamus; *gp* Globus pallidus; *pt* Putamen nuclei lentiformis; 1 Fasern des Pedunculus anterior thalami; 2 Fasern des medialen Brückensystemes; 3 Fasern motorischer Hirnnerven; 4 Pyramidenbündel; 5 Pyramidenbündel, gemischt mit den sensiblen Bahnen; 6 Fasern des lateralen Brückensystemes.

mit denjenigen der anderen Seite und bilden den Olivenschenkel des Kleinhirnes, d. h. den Hauptteil des Corpus restiforme (*Fr*). Aus der konkaven Fläche des Nucleus dentatus cerebelli hervortretend, bilden sie den Vierhügel- oder richtiger Großhirnschenkel des Kleinhirnes (*Pcq*), der auch bekanntlich Bindearm genannt wird. Jenseits des roten Kernes erfolgt die erwähnte Gabelung in zwei Endäste, deren einer zum Globus pallidus, der andere zum Sehhügel zieht. Eigentümliche Zellenmassen (die Substantia nigra und der Luyssche Körper), die vielleicht zum System des Globus pallidus gehören, sind teils an-, teils eingelagert.

Der Schleifenstrang (*Sch*) geht aus dem Fasciculus gracilis (*Fg*) hervor, der in den Nucleus fasciculi gracilis (*g*) einmündet. Die aus diesem hervortretende Fasermasse gibt ein kleines Bündel (*x*) an die gleichseitige Kleinhirnhälfte ab, biegt darauf in scharfem Bogen um die Kerne der Vagusgruppe nach vorn, überschreitet die Mittellinie (was bei der Projektion des Faserverlaufes auf die Sagittalebene nicht zu sehen ist) und gelangt so zur ventralen Seite des Crus cerebelli ad Corpus quadrigeminum (*Pcq*) der anderen Seite. Der Schleifenstrang vervollständigt auf diese Weise die Haube des Mittelhirnes als deren unterste, von der Substantia nigra begrenzte Abteilung. Die Fasermasse des Haubenstranges ordnet sich schließlich zu drei Bündeln, welche seitlich über den Haubenstrang

hervortreten und ihn dorsalwärts oberflächlich umgreifen. Der obere (vordere) von ihnen geht geradeswegs zum gleichseitigen Sehhügel (*Th*); der mittlere und wahrscheinlich auch der untere durch das Ganglion des vorderen und hinteren Vierhügels (*Cq*) zum entgegengesetzten Sehhügel. Die Strecke zwischen Vierhügel und Sehhügel entspricht den Brachia quadrigemina.

Die Bildung des Schleifenstranges verhält sich im Rückenmark anders als die des Haubenstranges. Jener entsteht so, daß von den Hintersäulen ausgehende aufsteigende Fasern allmählich sich zur Schleifenbahn zusammenlegen, nachdem die Fasern beider Seiten sich vorher schon gekreuzt haben.

Der Anschluß der von dem Kern des Keilstranges medullarwärts ziehenden Fasern an die einzelnen Rückenmarksegmente ist dagegen großenteils nur ein mittelbarer, durch kurze Bahnen von Segment zu Segment dargestellter. Auch die Fasern des Keilstranges erfahren jedoch eine Kreuzung. Diese Kreuzung ist für die Gollschen Stränge vielleicht eine direkte, schon durch die Nervenwurzeln geschehende, für die Keilstränge eine indirekte.

c) Das Hemisphärengebiet des Gehirnes. Es besteht aus der Rinde des End- und Kleinhirnes, sowie aus dem Nucleus caudatus und lentiformis. Als Linsenkern ist nur das Putamen zu betrachten, während der Globus pallidus dem Sehhügel zugehört. Die Verbindungen der Hemisphärenrinde sind teils äußere (zum Anschluß an medullarwärts gelegene Teile), teils innere (zur gegenseitigen Verbindung einzelner Rindengebiete). Zur ersteren Abteilung gehört die Pyramidenbahn (*Py*), welche sich aus einem Vorderstrang- und Seitenstrangteile zusammensetzt, und die Kleinhirnseitenstrangbahn (*KS*), erstere zur Rinde des Endhirnes, letztere zur Rinde des Kleinhirnes ziehend. Pyramiden- und Kleinhirnseitenstrangbahn verbinden das Rindengebiet mit dem segmentalen Gebiete. Zur Verbindung der Rinde mit dem nichtsegmentalen Stammgebiet ist der Stabkranz des End- und des Kleinhirnes bestimmt. Als solchen bezeichnet Aeby die radiär gestellten Fasern zwischen der Rinde und den nächstgelegenen Ganglien, welche am Großhirn durch den Sehhügel und Globus pallidus, am Kleinhirn durch den Nucleus dentatus gegeben sind. Als Stabkranz des Endhirnes sind also in Fig. 241 die von der Endhirnrinde zum Sehhügel (*Th*) ziehenden Faserbündel (*StG*) zu betrachten. Die Verbindung des Nucleus caudatus (*Nc*) und lentiformis (*P*) mit dem Globus pallidus (*Gp*) wird durch die Bündel *y* und *z* dargestellt. Am Kleinhirn haben wir den Stabkranz in den Bündeln *StK* vor uns.

Die inneren Rindenverbindungen sind teils solche, die zwischen der End- und Kleinhirnrinde bestehen, teils eigene Rindenverbindungen des End- und Kleinhirnes. Letztere sind gegeben durch die Windungskommissuren des End- und Kleinhirnes (Fibrae arcuatae, Gewölbe, Balken, vordere Kommissur). In Fig. 241 ist von solchen nur der Balken (*Cc*) mit seiner Strahlung (*BS*) gezeichnet.

Die Rindenverbindungen zwischen End- und Kleinhirn sind gegeben durch die Brückenschenkel des End- und Kleinhirnes. Die Brückenschenkel des Kleinhirnes gehen von der Kleinhirnrinde aus und gelangen zu den seitlichen Brückenganglien (*Np*). Von letzteren aus nehmen die Brückenschenkel des Endhirnes (*BG*) ihren Anfang, gelangen zur Mittellinie, kreuzen sich hier mit denjenigen der anderen Seite und ziehen, der Pyramidenbahn mit einem medialen und lateralen (vorderen und hinteren) Bündel anliegend, mit letzterer durch die innere Kapsel (*Ci*) zur Rinde. Das vordere Bündel gelangt dabei zu Gebieten, welche vor, das hintere zu solchen, welche hinter dem Rindengebiete der Pyramidenbahn liegen. Jenes verteilt sich im Stirnlappen und gilt als motorisch, das hintere dagegen im Hinterhaupt- und Schläfenlappen und gilt als sensibel. —

Hiermit ist uns der Inhalt dieses Hirnschema bekannt geworden. Erleichtert wird die Orientierung in den Lageverhältnissen und besonders in den Kreuzungen noch durch eine von Aeby gegebene Projektion des Faserverlaufes auf die Frontalebene, auf welche nebst dem ausführlicheren Texte hier hinzuweisen ist. Mehr noch erleichtert wird das Studium durch das unter Aebys Leitung hergestellte große Drahtmodell der Leitungsbahnen, welches mit anderen, neueren Modellen ähnlicher Art, wie dem von L. Edinger, von J. Kollmann, wohl in allen anatomischen Instituten Aufstellung gefunden hat, um den Zwecken des Studiums zu dienen.

Hier würde sich nun der Hirnplan von P. Flechsig unmittelbar anzureihen haben. Er unterscheidet sich von dem Aebyschen Schema in sehr wesentlichen Punkten.

Flechsig geht aus von der größeren oder geringeren Versorgung der einzelnen Teile der Großhirnrinde mit Nervenfasern und dem Zeitpunkt der Entwicklung der Markscheiden (siehe S. 237 unter 5). Er äußert sich (1901) über die myelogenetische Flächengliederung der Rinde des

menschlichen Endhirnes folgendermaßen. Auf gewissen Altersstufen differenzieren sich die Windungen in markreiche, markarme und marklose Gebiete. Die Zahl der myelogenetischen Rindenfelder beträgt 36 (siehe Fig. 244 und 245). Es lassen sich drei chronologische Gruppen unterscheiden: 1. Primordialgebiete, 2. Intermediärgebiete, 3. Terminalgebiete. Jedes Feld nimmt eine besondere anatomische und demgemäß auch funktionelle Stellung ein. Die durchschnittliche Größe eines Rindenfeldes beträgt 20 qcm.

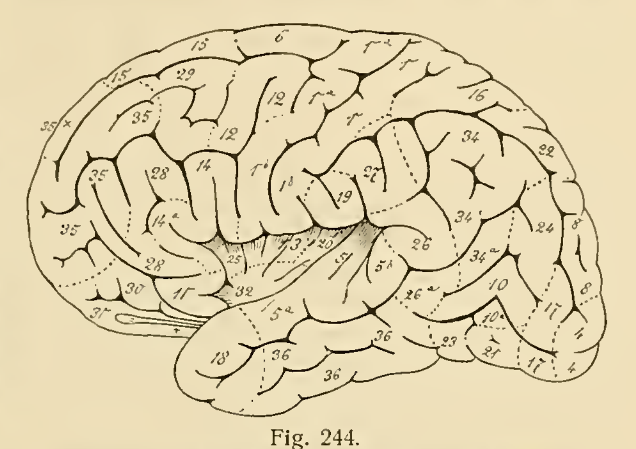


Fig. 244.
Myelogenetische Rindenfelder des menschlichen Endhirns, äußere Fläche. (P. Flechsig, 1901.)

Anatomisch sind die Rindenfelder vor allem durch ihren großen Reichtum an Projektionsfasern (Leitungen von und nach subkortikalen Zentren) ausgezeichnet. Die Primordialgebiete umfassen die Eintrittsstellen aller Sinnesleitungen in die Rinde. Jedem sensiblen Endorgane der Peripherie entspricht in der Rinde ein besonderes Primordialgebiet: kortikale Sinneszentren oder kortikale Sinnesflächen.

Dem Olfactorius entspricht N. 2, dem Opticus 4, dem Acusticus (cochlearis) 5 usw. N. 1 ist als Endorgan besonders der Hinterstränge, also hinterer Wurzeln anzusehen; Haut- und Muskelnerven scheinen hier nebeneinander vertreten zu sein. Für manche Primordialgebiete, z. B. den Gyrus subangularis N. 10 ist vorläufig kein peripheres Endorgan bekannt. Die einzelnen kortikalen Sinnesflächen sind durch weite Rindenstrecken (Intermediär- und Terminalgebiete) getrennt, in welche Sinnesleitungen nicht eintreten.

Auch die bekannten motorischen Leitungen entspringen in bez. unmittelbar neben Primordialgebieten, so die Pyramidenbahn in N. 1, der motorische Teil des Fornix inferior in N. 2 und 3, die medialen Bündel des Hirnschenkelfußes in N. 1 b, 6, 12, 14 und 15. Betreffs der Gebiete 5 und 36 besteht noch Unsicherheit. Aus 4 geht ein Faserzug bis ins mittlere Mark des oberen Vierhügels, welcher in der „sekundären" Sehstrahlung von Flechsig verläuft. Jeder kortikopetalen Bahn entspricht hiernach eine kortikofugale Bahn, so daß man hier von konjugierten Leitungen sprechen kann. Was ihre Lage im Stabkranze betrifft, so folgen sie im allgemeinen der Regel, daß die kortikopetalen Leitungen lateral von den kortikofugalen liegen.

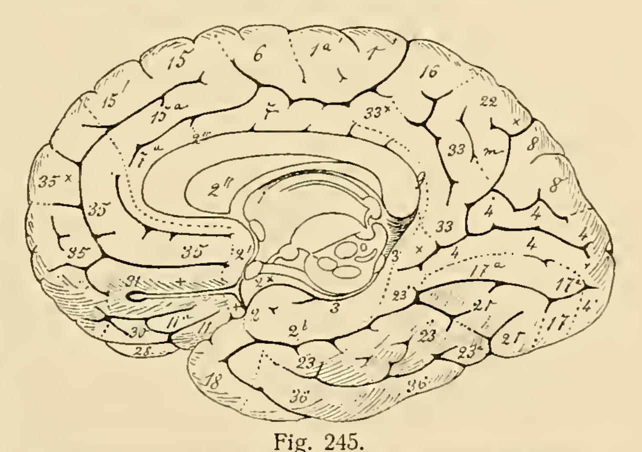


Fig. 245.
Myelogenetische Rindenfelder des menschlichen Endhirns, mediale Fläche. (P. Flechsig, 1901.)

Innerhalb der Primordialgebiete mischen sich beiderlei Leitungen nicht gleichmäßig. So tritt in N. 1 die Taststrahlung meist in die hintere Zentralwindung, nur mit wenigen Fasern in die vordere, während die (motorische) Pyramidenbahn großenteils aus den vorderen, kleinenteils aus der hinteren Zentralwindung entspringt. Nirgends läßt sich jedoch ein rein sensibles oder ein rein motorisches Feld abgrenzen. Die Hörsphäre (N. 5), zu welcher aus dem inneren Kniehöcker und Thalamus Leitungen treten (Hörstrahlung, Cochlearisstrahlung), entsendet Fasern zur Brücke, welche kortikofugal zu leiten scheinen. Der Ursprung erstreckt sich wohl noch etwas über 5 hinaus auf den in der ersten Temporalfurche verborgenen Teil der zweiten Schläfenwindung. Ganz fraglich ist dagegen die Beteiligung des oberflächlichen Gebietes der zweiten und der dritten Schläfenwindung.

In den Terminal- und den meisten Intermediärgebieten läßt sich ein Stabkranz nicht nachweisen; die Projektionsfasern treten an Menge also zurück; sie verschwinden fast neben andersartigen Leitungen. Am erwachsenen Gehirn sind die Verhältnisse zu verwickelt für sichere Entscheidung: so konnte es kommen, daß zwei mächtige Projektionssysteme (Fasciculus longitudinalis inferior und Cingulum) fälschlich für Assoziationssysteme erklärt worden sind. Bei $3^1/_2$ monatigen Kindern dagegen ist die Unterscheidung sicher zu machen. Fl. hält es demgemäß für irrtümlich, annehmen zu wollen, daß die Windungen des Endhirnes in gleicher Weise mit Stabkranzfasern ausgestattet seien.

Die klinische Beobachtung steht nach Fl. mit den myelogenetischen Erfahrungen in befriedigendem Einklange: Störungen der Motilität und Sensibilität werden nur bei Verletzungen der Primordialgebiete beobachtet. Bei Verletzungen von Intermediär- und Terminalgebieten sind hingegen nur gewisse Formen von Sprachstörung (Alexie, optische Aphasie, sensorisch amnestische Aphasie usw.) und partieller, z. B. optischer Amnesie bekannt.

Was die üblichen Vorstellungen über den Assoziationsmechanismus betrifft, so hebt Fl. hervor, daß die Fibrae arcuatae gyrorum zwischen allen benachbarten Feldern vorhanden sind. Weiter auseinanderliegende Felder werden durch lange Fasern verknüpft, sind aber noch sehr unvollkommen bekannt. Keineswegs treten alle Felder mit langen Bahnen in ausgiebige Verbindung. Wie hinsichtlich der Stabkranzfasern, so sind auch hinsichtlich der langen Assoziationssysteme die Rindenfelder in höchst auffälliger Weise voneinander unterschieden. Die Terminalgebiete sind am reichsten an langen Assoziationsbahnen; es sind die Knotenpunkte der letzteren. Kein langes Assoziationsbündel verknüpft zwei als Sinneszentren aufzufassende Primordialgebiete. Der Fasciculus longitudinalis inferior, welcher als Gegenbeweis angeführt zu werden pflegt, ist gerade ein Beweismittel: denn er ist, wie oben erwähnt, ein Projektionssystem, nämlich die wirkliche Sehstrahlung, die Leitung der optischen Erregungen vom äußeren Kniehöcker zur Sehrinde. Sollen ein Gesichts- und ein Gehöreindruck sich in der Endhirnrinde begegnen, so kann dies nur durch Vermittlung von Intermediär- und Terminalgebieten geschehen. „Ist die Interferenz der Reize Vorbedingung für die Assoziation ihrer Gedächtnisspuren, so kann auch hierzu die Rinde der Intermediär- und Terminalgebiete nicht entbehrt werden. Insofern sind dieselben Assoziationszentren; und hierfür spricht in der Tat die klinische Beobachtung, wonach bei Verletzung der zwischen Seh-, Hör- und Tastsphäre gelegenen Gebiete eben Assoziationsstörungen, deren bekannteste die sensorische Alexie ist, auftreten." Fl. schließt seine Darlegung mit dem Hinweise auf den wichtigen Umstand, daß die Untersuchung des menschlichen Gehirnes auf diesem Gebiet weitaus die besten Ergebnisse liefert. „Die zugrunde liegenden Entwicklungsgesetze treten aber beim Menschen in dem Maße klarer hervor, als sein Intellekt den der Tiere überragt." —

Wir wenden uns nunmehr zu Cajals Untersuchungen. In ihnen hat, so wird dereinst wohl die Geschichte der Wissenschaft es darstellen, die gegenwärtige elementare Epoche der anatomischen Erforschung des Nervensystemes ihren Höhepunkt erreicht. Dies rührt daher, daß von hier an die Nerveneinheiten und zugleich die Hauptzüge ihrer gesamten Unterbringung im Körper aufgedeckt und sofort auch in den Vordergrund der Forschung gerückt erscheinen. Damit ist die Grundlage für alle Zeiten gewonnen. Erreicht wurden diese Ergebnisse durch die glücklichste Benutzung einer ausgezeichneten Methode, der Golgischen Silbermethode nebst ihren Modifikationen. Man muß die früheren großen Beobachter auf dem Gebiete des Nervensystemes, Reil, Burdach, Arnold, Henle und viele andere, bedauern, daß ihre Sehnsucht ungestillt geblieben ist und daß sie die gegenwärtige Zeit nicht gesehen haben. Was noch zu erledigen übrig bleibt, ist Weiterführung der Beobachtung, bis mit Hilfe der neueren Methoden die Topographie sämtlicher Nerveneinheiten ermittelt ist. — Cajal faßte die Resultate seiner Untersuchungen über den Bau des Nervensystemes folgendermaßen zusammen. „Meine Arbeiten zeigten:

1. daß die Ganglienzellen Zellindividualitäten sind und niemals untereinander, weder durch die protoplasmatische Verzweigung, noch durch die Ausbreitungsweise der nervösen Fortsätze zusammenhängen; 2. daß jeder Axenzylinder unter Bildung von varikösen und geschlängelten Verzweigungen nach Art der Nervenausbreitung in der motorischen Muskelplatte endigt; 3. daß diese Verzweigungen teils dem Körper einer Nervenzelle, teils den Protoplasmafortsätzen anliegen und so für die Fortleitung von Reizen äußerst günstige Kontaktverhältnisse herstellen; 4. daß der Zellkörper sowohl, wie die Protoplasmafortsätze nicht nur nutritive, sondern auch leitende Funktionen haben."

Das gegebene Rückenmarksschema liegt in Fig. 246 vor und kann auf Grund der früheren Darstellung ohne weitere Auseinandersetzung unschwer verstanden werden. Die Unterschiede von der älteren Theorie des Rückenmarkbaues ergeben sich am deutlichsten bei einer Vergleichung der Fig. 246 u. 247.

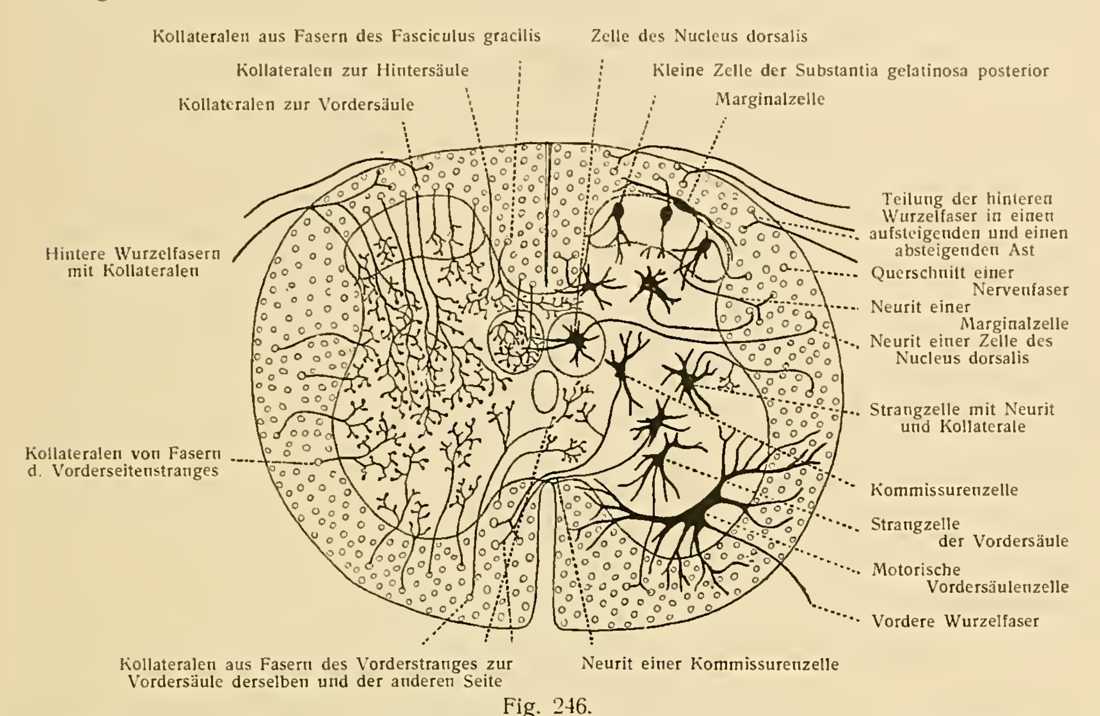


Fig. 246.

Rückenmarkschema, welches die Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen nach den Entdeckungen von Cajal zeigt.

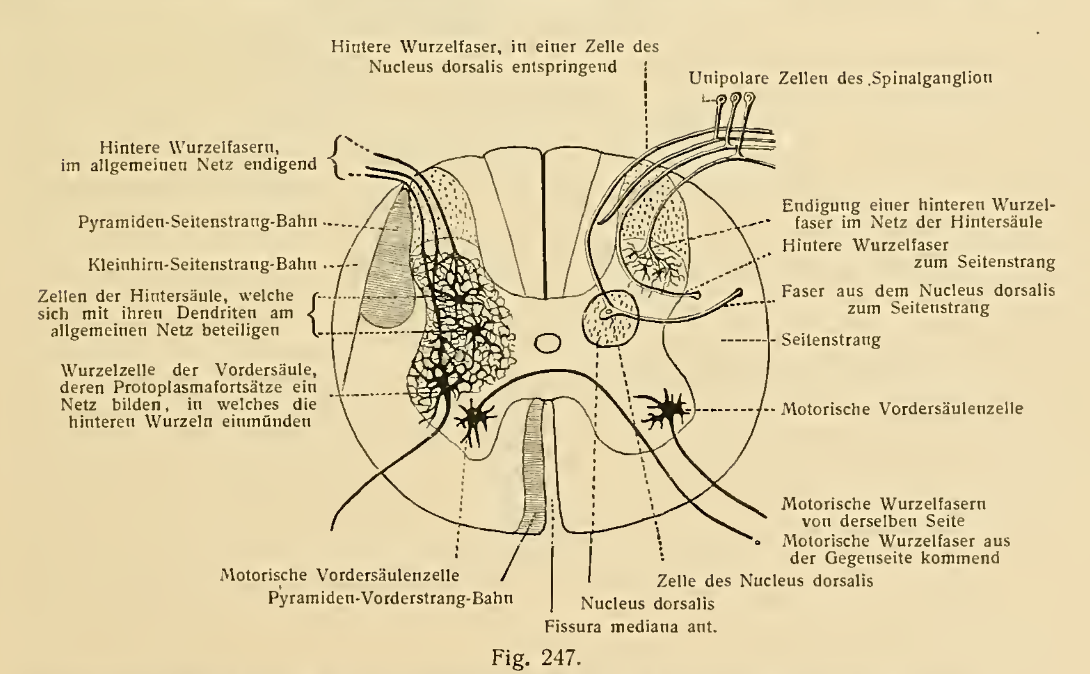


Fig. 247.

Darstellung der früheren Theorie über den Zusammenhang der vorderen und hinteren Rückenmarkswurzeln. (Cajal.)
(Diese Theorie findet durch die neueren Untersuchungen wieder bedeutende Unterstützung.)

Gegenüber den Anschauungen von Cajal hat durch die Untersuchungen v. Bethe und zahlreichen anderen Autoren auf Grund der Darstellung der Neurofibrillen wieder die alte Anschauung vom Vorhandensein eines Nervennetzes neue Unterstützung erhalten, und es kann wohl kaum bezweifelt werden, daß ein nervöses Netz bereits an vielen Stellen sicher nachgewiesen ist (siehe darüber, S. 5, 6).



Fig. 248.

Linke Hälfte des Gehirnganglion von Nereïs diversicolor

(eines Polychäten) nebst den mit ihm zusammenhängenden Nervenzweigen von der Dorsalseite gesehen. Methylenblaufärbung, Bethesche Fixation. (G. Retzius, 1896.) ²/₃ des Originals, welches beide Seiten darstellt.

g^1 vordere Gruppe von Ganglienzellen; g^2, g^2 seitliche Gruppe von Ganglienzellen; g^3 hintere Gruppe von Ganglienzellen; *sn* bipolare Nervenzellen von sensiblem Typus, deren periphere Fortsätze nach einer Hautstelle ziehen, um dort zu endigen; *pr* vordere Haufen grober Körner; *an* Antennennerven; *a* Antenne; *m* baumartig verästelte Nervenfasern (Muskelnerven); *k* Nervenäste mit kolbenartig gestalteter Verzweigung der grobkörnigen Fasern; *pn* Palpennerven; *p* Palpen; *c* kommissurale Zweige des Bauchstranges (zum Unterschlundganglion ziehend); *au* pigmentierte Augen.

Von den Ergebnissen der Untersuchungen Cajals über den feineren Bau des Gehirnes ist bereits an zahlreichen Stellen dieser Abteilung die Rede gewesen (S. 174—196) und an dieser Stelle hierauf zu verweisen.

In der vergleichenden Anatomie der Leitungsbahnen sind in überraschend kurzer Zeit bedeutende Leistungen zutage gefördert worden, vor allem auf dem ausgedehnten und viel um-

fassenden Gebiet der Wirbellosen. Der größte Teil dieser Leistungen knüpft sich an die bewunderungswürdigen Untersuchungen von G. Retzius über diesen schwierigen Gegenstand.

Ein Beispiel seiner in mehreren Foliobänden niedergelegten Beobachtungen gibt nebenstehende Figur, welche die linke Hälfte des oberen Schlundganglions jenes durch seinen Farbenreiz und die Eleganz seiner Bewegungen einnehmenden Polychäten darstellt, der als Nereïs diversicolor bekannt ist; siehe Fig. 248.

Das Feld der niederen und höheren Wirbeltiere bezüglich der nervösen Leitungsbahnen vergleichend zu bearbeiten, ist von L. Edinger mit schönem Erfolge begonnen worden. Man darf nicht vergessen, jede Tiergruppe, selbst nur ein Tier, ist in der Regel die Forderung einer Lebensarbeit, wenn das Ergebnis jene Stufe erreichen soll, welche von der Höhe der Methode gebieterisch verlangt wird.

Ein kleines Beispiel der Beobachtungen Edingers liegt vor in Fig. 249, welche einen Horizontalschnitt durch das Gehirn von Scyllium canicula wiedergibt.

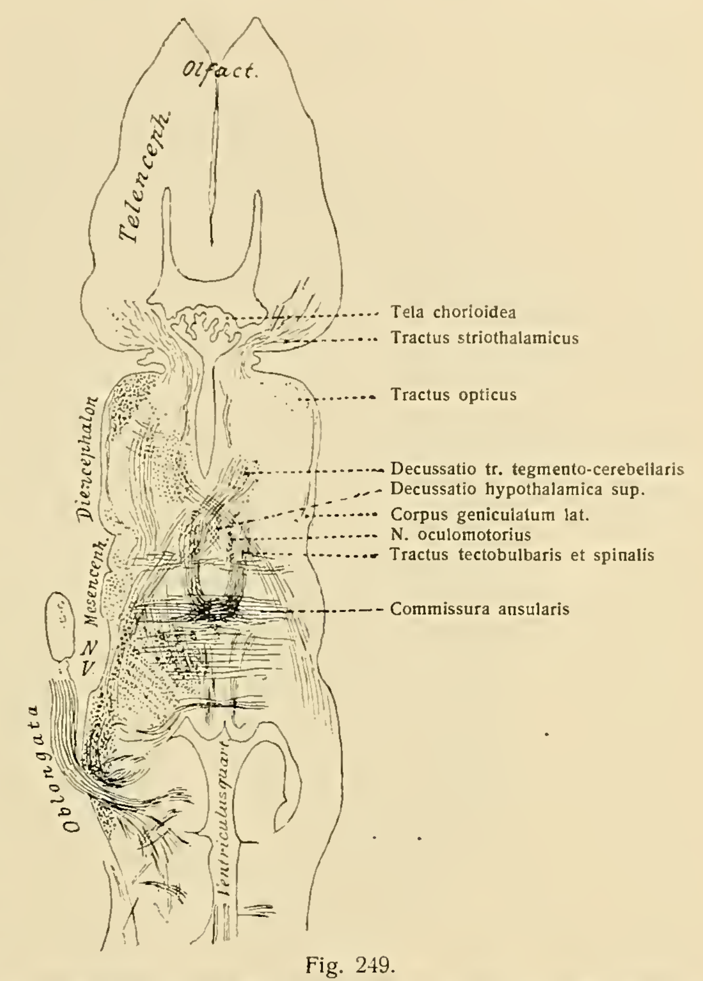


Fig. 249.

Horizontalschnitt durch das ganze Gehirn eines Haies, Scyllium canicula, zur Demonstration der Kreuzung aus dem Nuclei praetectales und anderer Kreuzungen am Boden des Gehirnes. (L. Edinger.)

Endlich sind hier zu erwähnen die schon früher (S. 178) besprochenen Ergebnisse der Untersuchungen des Schichtenbaues der Großhirnrinde. Schon früher waren gröbere Unterschiede einzelner Teile der Großhirnrinde festgestellt worden. Die planmäßigen Untersuchungen von Brodmann haben eine überraschende Mannigfaltigkeit des Baues verschiedener Teile ergeben und was an dieser Stelle besonders betont werden muß, sie haben gezeigt, daß eine ganze Anzahl der anatomisch verschiedenen Rindenfelder mit physiologisch bestimmten Zonen, den psychischen Zentren, mehr oder weniger übereinstimmen (siehe Seite 178, 179 und vergl. die Fig. 152, 153 und 192, 193 mit den Fig. 250, 251).

Nach dieser historischen Betrachtung ist noch die Aufgabe zu erfüllen, eine Zusammenfassung der Hauptergebnisse vorzulegen, welche dem gegenwärtigen Standpunkt der Lehre von den Leitungsbahnen entspricht und für die Zwecke des Studierenden sich eignet.[1])

---

[1]) Dieses Kapitel hat für die VII. Auflage Professor Dr. W. von Bechterew bearbeitet; es ist um ein geringes von mir umgearbeitet worden.

Gesamtübersicht über die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark.

A. Die psychischen Zentren der Großhirnrinde.

Wie wir gesehen haben (S. 178 und folgende) ist der anatomische Bau der einzelnen Bezirke der Großhirnrinde weder nach der Zellen-Schichtung noch nach der Versorgung mit Nervenfasern gleichartig, sondern es sind größere oder geringere Unterschiede vorhanden. Ferner zeigt die Untersuchung des Verlaufes der einzelnen Leitungsbahnen, daß bestimmten Bezirken der Großhirnrinde bestimmte zuleitende (zentripetale) und ableitende (zentrifugale) Bahnen zukommen. S. 247.

Die physiologische Untersuchung und die Beobachtung krankhafter Zustände zeigen, daß den einzelnen Sinnesorganen und bestimmten Muskelgruppen bestimmte räumlich abgegrenzte Bezirke der Großhirnrinde entsprechen. Sie heißen Sphären, Rindenfelder, (psychische) Zentren.

Der Funktion nach kann man motorische und sensorische Zentren unterscheiden. In den Figuren 250, 251 sind die motorischen durch rote Farbe, die sensorischen durch blaue Farbe kenntlich gemacht.

Der Lage nach kann man eine zentrale, occipitale, temporale und Hippocampus-Zone unterscheiden, welche durch große, weißgelassene Abschnitte voneinander getrennt werden. Letztere sind Bezirke, deren Funktion zurzeit noch nicht bekannt ist. Flechsig hat sie als kortikale Assoziationszentren bezeichnet (siehe weiter unten S. 255), doch ist nach den reichen Ergebnissen des Schichtenbaues der Großhirnrinde anzunehmen, daß hier noch zahlreiche verschiedene Zentren liegen und daß weitere Untersuchungen diese hellen Felder immer mehr einschränken werden.

Betrachten wir nunmehr die Zonen und die in ihnen befindlichen Zentren nebst den zu- und ableitenden Bahnen.

1. Die zentrale Zone.

Sie umfaßt beide Zentralwindungen mit dem Parazentralläppchen, sowie den hinteren Abschnitt aller drei Stirnwindungen und den Lobulus parietalis sup. Davon enthält der Gyrus centralis anterior nebst den angrenzenden Teilen der drei Stirnwindungen sowie dem Operculum die myomotorischen Zentren. Diese verteilen sich im einzelnen folgendermaßen. Im vorderen Teil des Lobulus paracentralis (Fig. 251) und im oberen Teil des Gyrus centralis anterior (Fig. 250) befindet sich das Zentrum für die Muskulatur des Beins; es folgen dann in der Reihenfolge von oben nach unten die Zentren für die Muskeln des Oberarms, Vorderarms, Hand, Finger, des Mundes, der Zunge. Im Operculum liegen die Zentren für die Kehlkopf-, Kau-, Schlundmuskulatur.

Die Zentren für die Rumpfmuskulatur finden sich auf der Oberfläche der vorderen Zentralwindung oberhalb der Zentren für die obere Extremität, auf der lateralen Oberfläche der Hemisphären.

Im hinteren Teil der mittleren Stirnwindung befindet sich das Zentrum für die feineren beim Schreiben nötigen Bewegungen der Arm- und Handmuskeln. Weiter vorn in derselben Windung ein Zentrum für Kopf- und Augenbewegungen.

Das motorische Sprachzentrum (die Brocasche Stelle) befindet sich in der Umgebung des Ramus anterior ascendens der Sylvischen Furche, und zwar auf der linken Hemisphäre. Es ist dies das Zentrum für die feineren Bewegungen der Lippen-, Gaumen-, Zungen-, Kehlkopfmuskeln, welche zum Sprechen nötig sind,

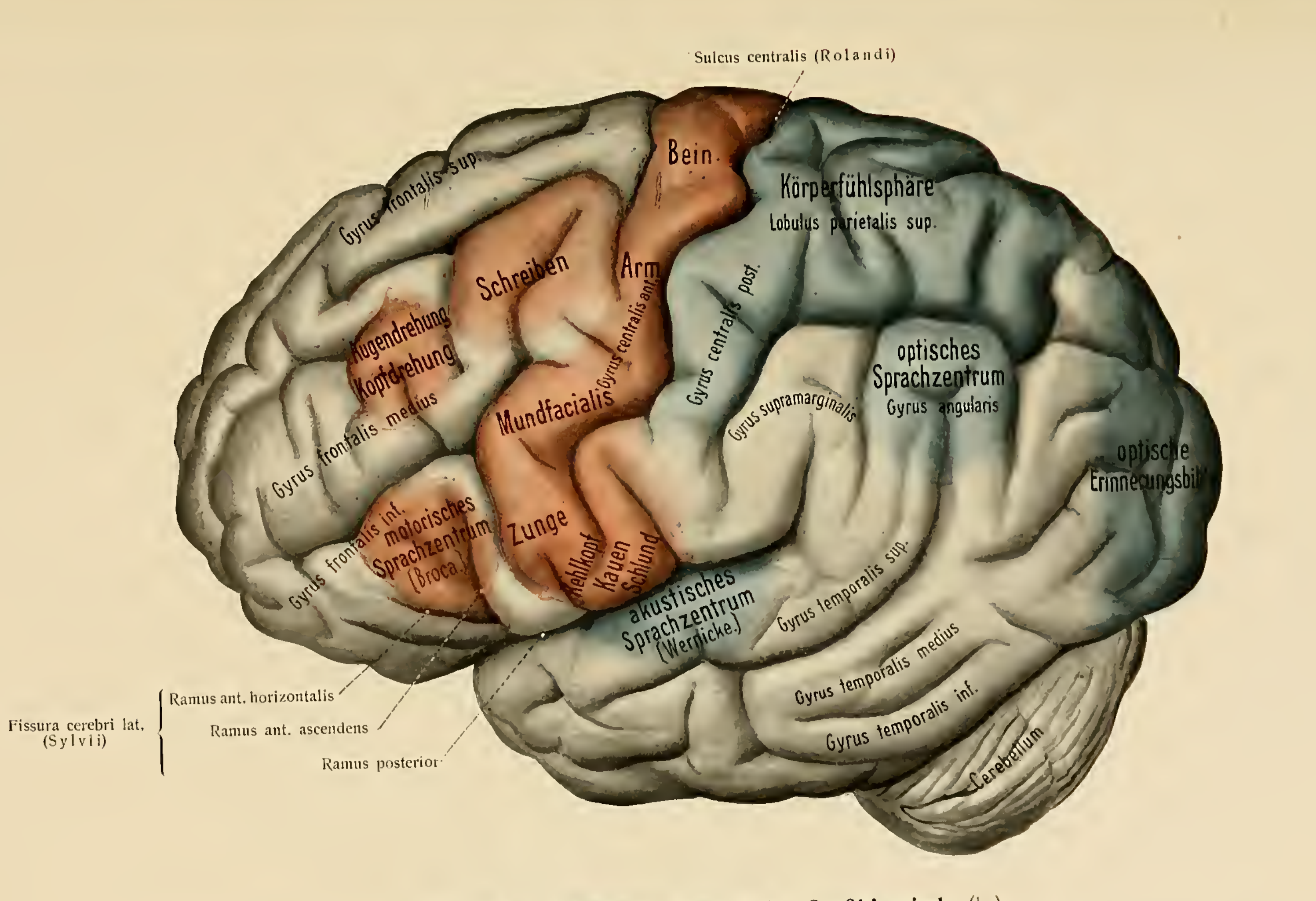


Fig. 250. Psychische Zentren der Großhirnrinde $(^1/_1)$.
Linke Hemisphäre etwas von oben und von der Seite gesehen. Rot sind die motorischen, blau die sensorischen Zentren.

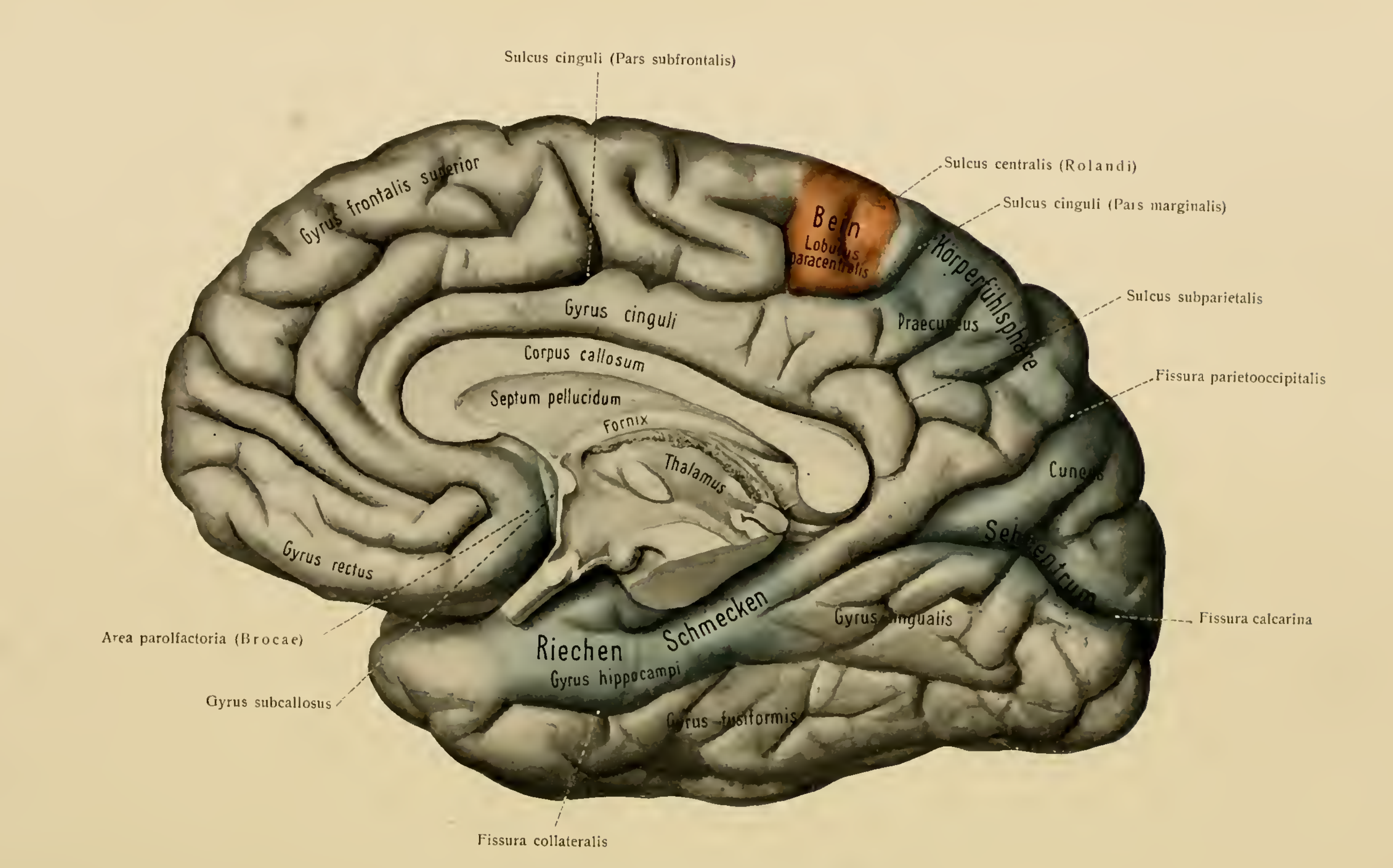


Fig. 251. Psychische Zentren der Großhirnrinde (1/1).
Rechte Hemisphäre; mediale Fläche und untere Fläche des Schläfen- und des Hinterhautlappens nach Durchschneidung des rechten Hirnschenkels. Rot sind die motorischen, blau die sensorischen Zentren.

während die Zentren für gröbere Bewegungen dieser Muskeln sich im Gyrus centralis anterior und im Operculum befinden.

Der Gyrus centralis posterior und der Lobulus parietalis superior sind sensible Zentren des Muskelsinnes, der Körperfühlsphäre.

Die zentripetalen Bahnen der zentralen Zone sind: Fortsetzungen zentripetaler Hinterwurzelfasern und zentripetaler Vagusfasern, sowie solcher des N. glossopharyngeus, trigeminus und vestibularis, die nach Unterbrechung in entsprechenden Kernen des Rückenmarkes, des verlängerten Markes, des Kleinhirnes und des Gehirnstammes zur Hirnrinde hinaufsteigen.

Die zentrifugalen Bahnen sind: Die Pyramidenbahn und Zentrifugalfasern, die schließlich in die Vorderwurzeln und in motorische Gehirnnerven übergehen, unterwegs unterbrochen durch Kerne des Gehirnstammes, des Kleinhirns, des verlängerten Markes und Rückenmarkes. Ein Teil dieser Bahnen wird zu einem zentrifugalen Bestandteil der Hinterwurzeln.

2. Die occipitale Zone.

Sie entspricht den beiden Abhängen der Fissura calcarina, dem Cuneus und der Außenfläche des Hinterhauptlappens.

Die Abhänge der Fissura calcarina und ihre nähere Umgebung, welche (siehe Seite 180, 181) durch das Vorhandensein des Vicq d'Azyrschen Streifens und durch besondere Vielschichtigkeit der Zellen ausgezeichnet ist, sind das Sehzentrum.

Ihre Zentripetalleitung wird gebildet von Faserzügen aus den Sehhügeln, die im lateralen Kniehöcker unterbrochen werden.

Ihre Zentrifugalleitung besteht aus Fasern umgekehrter Richtung, die zum lateralen Kniehöcker und weiter zur Netzhaut verlaufen, sowie aus Zentrifugalfasern der Gratioletschen Sehstrahlung, die nach Unterbrechung im oberen Vierhügel, im Pulvinar und in mehreren anderen distalen Kernen zu den Kernen der drei Augenmuskelnerven und zu den vorderen Wurzeln gelangen.

Der Cuneus und die laterale sowie obere Fläche des Hinterhauptlappens enthalten die optischen Erinnerungsbilder.

Der Gyrus angularis enthält das optische Sprachzentrum.

3. Die temporale Zone.

Das Hörzentrum befindet sich in den Gyri temporales transversi. Das akustische Sprachzentrum (die Wernickesche Stelle) liegt im Gyrus temporalis superior gegenüber dem Operculum. Fig. 250.

Ihre Zentripetalleitung besteht aus Fortsetzungen des N. cochlearis, denen unterwegs verschiedene Kerne des Gehirnstammes (Nucleus n. cochlearis ventralis et dorsalis, obere Olive, Kern der lateralen Schleife, medialer Kniehöcker) eingeschaltet sind.

Die entsprechende Zentrifugalleitung setzt sich zusammen aus Fasern umgekehrter Richtung, welche die Bahn der Zentripetalleitung einschlagen, ferner aus Zentrifugalfasern, die durch den medialen Kniehöcker und kaudalere Kerne in den Facialis übergehen, endlich Fasern, die zum oberen Vierhügel ziehen und peripheriewärts in die Bahn der Augenmuskelnerven übergehen.

4. Die Zone des Gyrus hippocampi und des Ammonshorns.

Der Gyrus hippocampi und das Ammonshorn enthalten die Zentren für Geruch und Geschmack. Auch die Area parolfactoria und der Gyrus subcallosus gehören zum Geruchszentrum.

Ihre Zentripetalleitung ist dargestellt durch die Fila olfactoria, welche nach Unterbrechung im Bulbus olfactorius in dessen lateraler Wurzel verlaufen.

Ihre Zentrifugalbahnen sind: Fasern von umgekehrter Richtung, in den Bulbus olfactorius übergehend; ferner Fasern der Fimbria und des Fornix, Fasern des Fornix longus, endlich Fasern zum Thalamus (Fasciculus ammonio-thalamicus). Letztere Bahnen gehen nach Unterbrechung in entsprechenden Kernen peripher in motorische Hirn- (Facialis) und Rückenmarkwurzeln über.

5. Die sogenannten kortikalen Assoziationszentren.

Der übrige Teil der Vorderhirnrinde — die Regio praefrontalis — mit den

Orbitalwindungen, der Parietallappen, die 2. und 3. Schläfenwindung, die Basalfläche des Temporooccipitallappens, sowie die Insula stellen in ihrer Gesamtheit etwa zwei Drittel der Rinde dar, während ein Drittel auf die vorhin betrachteten Zonen entfällt. Topographisch können in diesem Gebiet drei Teile unterschieden werden: 1. ein frontales, 2. ein parietotemporales, 3. ein insulares Feld.

P. Flechsig hat diese Zonen als kortikale Assoziationsgebiete unterschieden. Die drei Assoziationszentren umfassen:

1. Das hintere Assoziationszentrum. Es umfaßt die parietalen Windungen, den Praecuneus, einen Teil der Gyri lingualis und fusiformis, die vorderen oder äußeren Teile der occipitalen Gyri und die 2. und 3. Schläfenwindung.

2. Das vordere Assoziationszentrum, in der vorderen Gegend des Lobus frontalis gelegen.

3. Das mittlere Assoziationszentrum, das kleinste von allen, umfaßt die Inselwindungen.

Nach P. Flechsig unterscheiden sich diese drei Zentren von den vorher beschriebenen dadurch, daß sie keine Stabkranzfasern empfangen und demzufolge mit den peripheren Organen, folglich mit der Außenwelt nicht direkt verbunden sind, während sie durch Assoziationsfasern mit den sensitiven und sensorisch-motorischen Zonen verbunden wären. Man hat hingegen Erfahrungen gesammelt, nach welchen diese Zentren nicht so vollständig von den subkortikalen Gebilden isoliert sind. Für mehrere Gebiete, die hierher gehören, ist der Nachweis subkortikaler Verbindungen streng geliefert; so verhält es sich z. B. mit dem Gyrus angularis. Dieser Teil der Rinde entbehrt jedenfalls nicht der Projektionsfasern.

Andererseits fehlen auch den übrigen Rindengebieten nicht Assoziationsbahnen. Nur haben sie in den Flechsigschen Zonen eine überwiegende Ausbildung, daher verdienen die Flechsigschen Zentren doch eine gesonderte Beschreibung; denn sie sind die Zeugen einer phylogenetisch und ontogenetisch späten Entwicklung; man kann sie andererseits nach ihren Funktionen auch betrachten als Gebiete, welche den eigentlichen psychischen Leistungen zur Grundlage dienen.

Ihre Aufgabe besteht in der funktionellen Verkettung der sensitiv-motorischen Rindenfelder und in gewissen Umgestaltungen der diesen letzteren zufließenden Erregungen. So verhält sich einerseits das hintere Assoziationsgebiet zu der Seh-, Hör- und Riechsphäre, andererseits das vordere Assoziationsgebiet zu den sensitiv-motorischen Körperzentren der zentralen Zone.

Das erstere Gebiet verarbeitet Erregungen, die ihre Quelle in der Außenwelt haben; das zweite beeinflußt die Eindrücke, welche sich von unserem eigenen Körper bilden und von der Haut, den Muskeln, den Schleimhäuten und den inneren Organen stammen. So kommt es, daß bei dem Menschen diejenigen pathologischen Vorgänge, welche im vorderen Gebiete Platz greifen, die Grundlagen der Persönlichkeit erschüttern, während Störungen des hinteren Gebietes Verwirrung, Unfähigkeit der räumlichen Orientierung, Verwechslung von Personen und Objekten, sowie gewisse pathognomonische Störungen der Sprache, wie Wortblindheit und Worttaubheit herbeiführen. Die beiden Gebiete stehen demnach in gegenseitigem unmittelbaren Verkehr, sei es durch die Vermittlung der zwischen beiden eingeschalteten Körperfühlsphäre, sei es durch unmittelbare Assoziationsbahnen, die im Zentrum semiovale enthalten sind. Die letzteren spielen wahrscheinlich eine große Rolle bei der Auslösung willkürlicher Bewegungen.

Das dritte Zentrum bewirkt offenbar eine Assoziation der Verbalsymbole und funktioniert demnach ausschließlich als Sprachzentrum. Erkrankungen desselben führen zu Störungen der Sprachfunktion (Aphasie).

Mit diesen Betrachtungen soll die Beschreibung von Tatsachen schließen, welche sich auf die Ergebnisse der verschiedensten Untersuchungsmethoden, insbesondere aber auf die durch Flechsig eingeführte entwicklungsgeschichtliche Methode stützt. Von allen Fragen, die im vorliegenden Teile behandelt worden sind, konnte eine ansehnliche Menge nicht nach allen Richtungen hin zum Abschlusse gebracht werden; sie verdienen eine eingehendere Lösung, welche zukünftige Forschungen ihnen bringen werden.

Was die am Schlusse erörterte Theorie betrifft, so kann man ihr den Wert glänzender Hypothese nicht bestreiten, welche neue Gesichtspunkte auf dem so ausgedehnten Felde der modernen Psycho-Physiologie eröffnet und schon jetzt reichliche Früchte getragen hat.

Wie man erkennt, ist der Einteilungsgrund für die beiden Hauptassoziationszentren ein rein physiologischer. Vom morphologischen Gesichtspunkt aus lassen sich aber gewisse Bedenken gegenüber dieser Einteilung nicht unterdrücken. Vielleicht wird man in der Folge dazu gelangen, die Körperfühlsphäre und die ihr entsprechenden Sinnesorgane in einen geringeren Gegensatz zu dem hinteren Assoziationsgebiet zu bringen, als es zurzeit geschieht; man wird die Assoziationszentren vor allem morphologisch zu gliedern und einzuteilen haben. Zu den Sinnesorganen des äußeren und inneren Integumentes nämlich gehören morphologisch auch der gesamte periphere Apparat des Geruchsorganes, das Geschmacks- und das Gehörorgan. Dem äußeren Integument und seinen sensiblen Nerven steht das häutige Gehörlabyrinth und der Hörnerv morphologisch gleichwertig gegenüber; das Geruchsorgan schließt sich unmittelbar an; das Geschmacksorgan steht ihnen morphologisch nahe. Es ist daher zu erwarten, daß diese Verwandtschaften auch im Zentralorgan des Nervensystems bis in das Endhirn hinauf sich ausprägen werden. So bliebe allein für das Auge eine Ausnahmestellung zurück. Indessen ist zu beachten, daß die gesamte Retina vom embryologischen Standpunkte aus ein Hirnteil ist.

Die weitere Untersuchung der Assoziationsfelder hat folgende Fragen zu lösen: Welches ist das morphologische Gesetz der Verteilung der Rindenfelder des Endhirnes gegenüber der Verteilung der sensorischen und sensiblen Felder der gesamten äußeren und inneren Körperperipherie? Und ebenso bezüglich der Motilität: Welches ist das morphologische Gesetz der Verteilung der motorischen Rindenfelder des Endhirnes gegenüber der morphologischen Topographie der gesamten Körpermuskulatur?

B. Die Leitungsbahnen.

Wir haben bei der Betrachtung des Gesamtaufbaues des Rückenmarkes (S. 60) gesehen, daß man die in ihm verlaufenden Bahnen in absteigende, aufsteigende sowie ab- und aufsteigende einteilen kann. Diese Einteilung ist auch bei der Betrachtung der Bahnen des Gehirnes sowie der Verbindungen zwischen Gehirn und Rückenmark mit Vorteil anzuwenden, denn sie entspricht einerseits dem anatomischen Aufbau der Leitungsbahnen, bietet aber andererseits den Vorteil, daß dem physiologischen Prinzip der zentrifugalen und zentripetalen Leitungsrichtung vollauf Rechnung getragen wird. In vielen Fällen allerdings ist der Begriff der „aufsteigenden" Bahn mit einer gewissen Einschränkung aufzufassen, dann nämlich, wenn unzweifelhaft sensorische Bahnen eine gewisse Anzahl absteigender Fasern beherbergen, wenn es sich also nur um relativ oder vorwiegend aufsteigende Systeme handelt.

Daneben gibt es aber zahlreiche Faserstränge, deren Aufgabe nicht in einer Verbindung der Körperperipherie mit dem Zentralorgane besteht, welche vielmehr zu einer Verknüpfung verschiedener Leitungsbahnen untereinander dienen. Die Leitungsbahnen verlaufen nämlich nicht ununterbrochen von der Peripherie zur Rinde oder umgekehrt; vielmehr werden von ihnen in gewissen Abständen nach den Seiten hin Kollateralen an benachbarte graue Kerne abgegeben, oder es finden unmittelbar Unterbrechungen durch Einlagerung von Kernen statt, die ihrerseits vermittels besonderer Bahnen zu entfernteren grauen Massen in Beziehung stehen; es sind dies die Systeme kollateraler Leitung, die Abzweigungen mancherlei Art von den Hauptbahnen.

Eine gewisse Anzahl von Systemen endlich kann weder den aufsteigenden, noch den absteigenden Bahnen zugeteilt werden; denn sie bestehen aus Fasern von beiden Richtungen. Sie dienen der Verknüpfung funktionell zusammengehöriger Zentren und verdienen daher die Bezeichnung Assoziationsbahnen.

I. Die aufsteigenden Leitungs-Systeme.

Alle aufsteigenden Bahnen des Rückenmarkes von peripherem Ursprung, bezw. die Fortsetzungen von Hinterwurzeln und auch die Systeme, die als Fortsetzungen der centripetalen (sensiblen) Hirnnerven dienen, endigen schließlich um Zellen der Hirnrinde, nachdem sie in diesen oder jenen Kernen eine Unterbrechung erfahren haben[1]).

Die hinteren Wurzeln können topographisch und auf Grund ihrer Entwicklung unterschieden werden: in 1. mediale, stärkere, früh ummarkte, welche in die Hinterstränge eintreten, und 2. laterale, feinere, später ummarkte Bündel, welche in die Randzone, bezw. in die Spitze der Hintersäule gelangen.

Abgesehen von einigen Fasern, welche aus dem Grau des Rückenmarkes in die hinteren Wurzeln eintreten und absteigende Leitungen darstellen, erscheinen alle übrigen Hinterwurzelfasern als zentrale Äste T-förmig geteilter Nervenfortsätze von Zellen der Spinalganglien, die ihre peripheren Äste zur Haut und zu den Muskeln entsenden.

Die zentralen Äste der Spinalganglienzellen erfahren innerhalb des Hinterstranges eine weitere Teilung, und zwar in einen feineren, kürzeren, absteigenden und einen gröberen, längeren aufsteigenden Ast. Beide geben in der Regel feine Kollateralen an die graue Substanz ab, wo ihre baumförmigen Aufzweigungen mit Zellen in Berührung gelangen. Auch die in das Grau umbiegenden Enden der beiden Teilungsäste treten mit ihren Endbäumchen an Zellen heran, siehe Fig. 79—81.

Es sind hauptsächlich vier Zellgruppen zu unterscheiden, die von den Endbäumen der Hauptäste der Hinterwurzeln bezw. deren Kollateralen erreicht werden, nämlich 1. Zellen der Clarkeschen Säulen, 2. Zellen der Hintersäule und zwischen anderen die Gruppe der Zellen an der vorderen Grenze der Substantia gelatinosa Rolandi, 3. Zellen der zentralen Gruppe der grauen Substanz, 4. Vordersäulenzellen.

Die langen Äste der Hinterwurzelfasern, die in dem Burdachschen Strang hinaufsteigen, endigen teils in verschiedenen Höhen des Rückenmark-Grau, teils ziehen sie weiter zentralwärts und erreichen die Goll-Burdachschen Kerne des verlängerten Markes. Zu dem Gollschen Kerne gelangen dabei Äste von Wurzelfasern, die dem Sakralmark, Lendenmark und unteren Brustmark angehören, d. h. also von der unteren Rumpfhälfte. Die Wurzelfasern des oberen Brustmarkes, der Halsanschwellung und des Cervicalmarkes, also von der oberen Rumpfhälfte, begeben sich zu dem Burdachschen Kerne.

Von den Zellen, um welche die terminalen und kollateralen Äste der Hinterwurzelfasern ihre Aufzweigung finden, gehen, mit Ausnahme der Vordersäulenzellen, die den sog. Vorderwurzeln zum Ursprung dienen, seitwärts Axenzylinder ab, die teils in die Stränge der entsprechenden Rückenmarkshälfte hineintreten, teils in die vordere Kommissur (Comm. ant. alba) gelangen und nach Kreuzung hierselbst die entgegengesetzte Strangseite erreichen und dann rostralwärts verlaufen.

Auch die Zellen der Goll-Burdachschen Kerne dienen aufsteigenden Axen-

[1]) Ausgenommen davon sind nur die Fasern der Riechnerven, deren Zentralenden sich in den Glomeruli mit den Mitralzellenfortsätzen des Bulbus bezw. Lobus olfactorius (bekanntlich ein Rindengebilde) ineinanderflechten.

zylindern zum Ursprung, die in die mediale Schleife (Lemniscus medialis) und in den Strickkörper übergehen. Ein großer Teil dieser aufsteigenden Nervenfortsätze gelangt, je nach ihrer Länge, zu Zellen der Oblongata, des Kleinhirnes, des Hirnstammes. Hier entstehen neue Systeme aufsteigender Fortsätze, die schließlich bestimmte Gegenden der Hirnrinde erreichen, wo sie mittels ihrer Endbäumchen sich perizellular ausbreiten.

Aus so zusammengesetzten Reihen von Neuronen mit aufwärts ziehenden Axenzylinderfortsätzen bestehen die aufsteigenden Leitungssysteme.

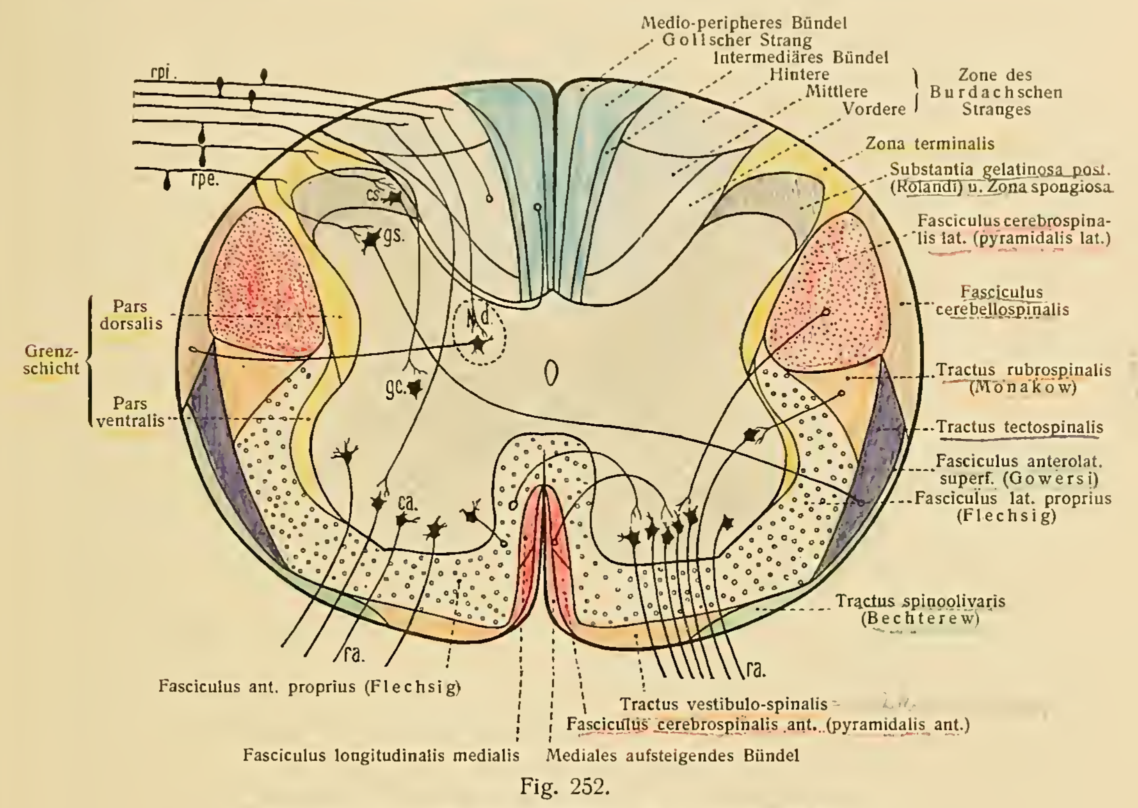


Fig. 252.

Rückenmarksquerschnitt mit den Bezirken der verschiedenen Bahnen.
Ursprung und Endigung von einem Teil der Bahnen ist ebenfalls angegeben. (Bechterew.)
Die Punkte im Fasciculus cerebrospinalis lat. bedeuten das intermediäre Kleinhirnbündel.

ca Vordersäulenzelle; *cs* Zelle in der Substantia gelatinosa post. (Rolandi); *gc* Mittelzelle; *gs* Hintersäulenzelle; *N. d* Nucleus dorsalis (Clarkesche Säule); *ra* vordere Wurzelfasern; *rpi* innere hintere Wurzelfasern; *rpe* äußere hintere Wurzelfasern.

Zu unterscheiden sind zunächst zwei Systeme, die als Fortsetzung von Wurzelfasern der Hinterstränge erscheinen.

Das eine besteht aus den Fortsetzungen von Hinterwurzelfasern, welche die Gollschen Kerne erreichen. Es entwickelt sich aus Nervenfortsätzen der Zellen dieser Kerne, bildet dann den oberen, längeren Teil der Schleifenkreuzung (Decussatio lemniscorum), nimmt im dorsalen Abschnitt der Olivenzwischenschicht Platz und gestaltet sich weiterhin zum medialen Teil des medialen Lemniscus, welcher schließlich den lateralen Kern des Thalamus erreicht. Die ankommenden Fasern zweigen sich um die hier vorhandenen Nervenzellen auf, und diese entsenden ihrerseits in Gestalt ihrer Axenzylinderfortsätze sogen. thalamokortikale

Fasern, die zerstreut durch den hinteren Teil des hinteren Schenkels der Capsula interna mit dem Stabkranz zum Scheitellappen und zur hinteren Zentralwindung

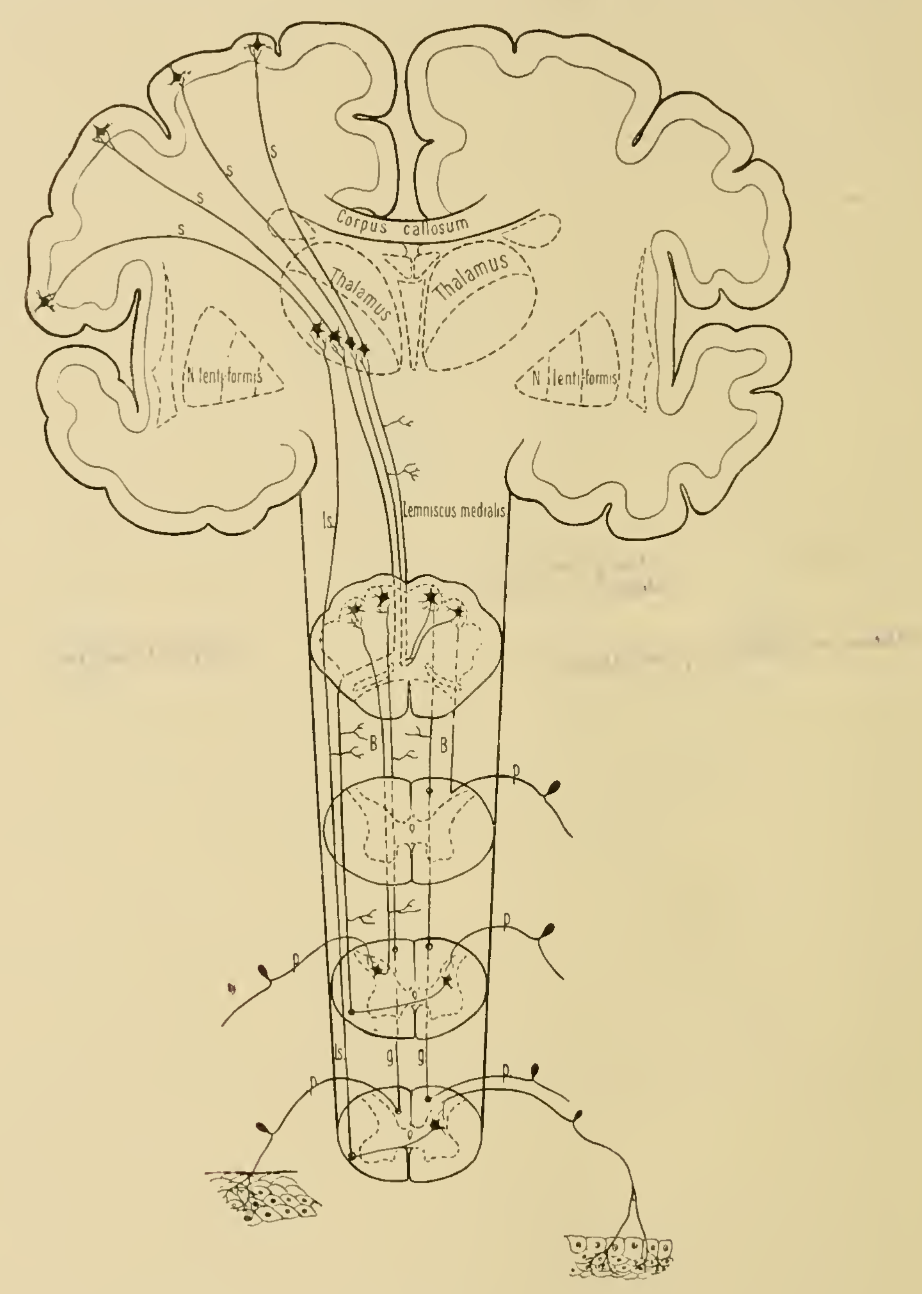


Fig. 253.

Verlauf der sensiblen Bahn von den hinteren Wurzeln zur Großhirnrinde. (Nach Bechterew.)

B Burdachscher Strang; *g* Gollscher Strang; *ls* Fasciculus anterolateralis superficialis, als ein Teil des Gowerschen Bündels, welcher zum Thalamus zieht; *p* hintere sensible Wurzelfasern; *s* subkortikale sensible Bahn vom Thalamus.

verlaufen und in der Umgebung der kleinen Rindenzellen daselbst ihre Aufzweigung finden. Fig. 253.

Das zweite, in der Entwicklung dem ersten vorauseilende Fasersystem wird

gebildet durch Fortsätze von Wurzelfasern, welche die Kerne der Burdachschen Stränge aufsuchen und eine dem vorigen System ganz analoge Richtung einschlagen. Es nimmt von Zellen der Burdachschen Kerne seinen Ausgangspunkt. Die hier austretenden Fasern begeben sich zur Schleifenkreuzung (Decussatio lemniscorum), deren unteren kürzeren Abschnitt sie bilden, lagern sich dann im ventralen Teil der Olivenzwischenschicht dicht über den Pyramiden und erzeugen im weiteren Verlauf den äußeren Teil des medialen Lemniscus.

Auch die Fasern dieses Systemes erreichen, gleich denen des vorigen, den lateralen Kern des Sehhügels, zu dessen Zellen sie in Beziehung treten. Ihre weiteren Anschlüsse stellen sich dar als thalamo-kortikale Bahnen, die in Thalamuszellen entspringen und mit dem Stabkranz die Rinde der Scheitelgegend und der hinteren Zentralwindung aufsuchen. Ihre Endaufzweigungen lagern sich ähnlich den vorigen Fasern an die hier vorhandenen kleinen Rindenzellen an.

Zu den beiden geschilderten Faserarten gesellen sich in den Hintersträngen weitere, die aus endogenen Hinterstrangfasern zusammengesetzt sind. Eines dieser Fasersysteme entwickelt sich aus Axenzylindern zerstreuter Zellen der Hintersäule, und steigt dann innerhalb der Gollschen Stränge zu dem Nucleus fasciculi gracilis hinauf, wo sich Beziehungen zu den hier vorhandenen Nervenzellen herstellen. Die weitere Bahn dieser Fasern liegt im medialen Abschnitt der entsprechenden Hälfte des Lemniscus medialis. Den Abschluß bilden thalamo-kortikale Fasern, die in der Rinde des Scheitellappens und der hinteren Zentralwindung ihr Ende finden.

Die soeben betrachteten Systeme, die als Tractus bulbo-thalamicus medialis und lateralis bezeichnet werden können, haben eine Reihe seitlicher Abzweigungen, von denen die zu den Kernen der Formatio reticularis, zum Grau der Brücke, zur Substantia nigra, zur Vierhügelgegend, zu den Corpora mamillaria (Pedunculus corporis mamillaris) bekannt sind[1]).

Die weiteren ansehnlichen Bahnen leiten sich aus Neuriten von Hintersäulenzellen ab, welche ventral von der Subst. gelatinosa Rolandi liegen, und an denen hintere Wurzelfasern ihre Endausbreitung finden. Die meisten hierher gehörigen Fasern verlaufen durch die Commissura ant. alba, wo in der Mittellinie eine Kreuzung vor sich geht (Fig. 253). Nach Durchsetzung der vorderen Kommissur gelangen diese Fasern in das Grundbündel des Seiten- und Vorderstranges und bilden dort einen besonderen Strang (Fascic. antero-lateralis superf.)[2]), der nach und nach lateralwärts hinausrückt und schließlich in peripherer Lagerung die Medulla oblongata erreicht. Hier ordnet sich die eine ventral und medial gelegene Bahn auswärts von der unteren Olive; rückt aber in rostraler Richtung immer mehr medianwärts und tritt in der Höhe des oberen Olivenabschnittes in den Bestand des Lemniscus medialis hinein, wo sie laterale Lage einnimmt. Mit der Schleife erreicht die Bahn den Sehhügel und schließt sich dann den erwähnten thalamokortikalen Bündeln des Stabkranzes an.

Andere Fasern dieses Systems verlaufen mit den vorigen bis zur Gegend der unteren Olive und lagern sich hier ebenfalls lateral. Im weiteren Verlauf jedoch

[1]) Die Annahme des Vorkommens von Schleifenfasern, die von den Hinterstrangkernen unmittelbar zur Großhirnrinde verlaufen sollen (Hösel), wird durch experimentelle Ergebnisse widerlegt.

[2]) Dieser Strang bildet den Teil des Gowersschen Bündels, der das Kleinhirn nicht erreicht, sondern direkt in den Hirnstamm und zum Thalamus emporzieht.

weichen sie lateralwärts ab und sammeln sich dicht medianwärts von der lateralen Schleife. In der Vierhügelgegend begibt sich die Bahn zum Thalamus, medial am Corpus geniculatum mediale vorbeiziehend, tritt dann in Gesellschaft anderer Fasern des Lemniscus medialis in den Thalamus hinein und wird schließlich, wie das vorerwähnte Fasersystem, durch thalamo-kortikale Fasern zur Rinde fortgesetzt.

Cerebellare Bahnen sind mehrere zu unterscheiden.

1. Eine davon entwickelt sich aus Nervenfortsätzen von Zellen der Clarkeschen Säule (Nucleus dorsalis) und verläuft zur hinteren Hälfte des entsprechenden Seitenstranges, um in peripherer (randständiger) Lagerung zum verlängerten Mark hinaufzusteigen. Hier lagert es anfangs zwischen unterer Olive und spinaler Trigeminuswurzel, rückt aber nach und nach dorsalwärts hinaus und gesellt sich zum Corpus restiforme, wo es zentrale Lage einnimmt. Mit dem Corpus restiforme steigt dieses als (dorsale) Kleinhirnseitenstrangbahn bekannte Fasersystem zum Cerebellum hinauf; es zieht als geschlossenes Bündel im Kleinhirnmark vor dem Nucleus dentatus zum Vermis superior, mit dessen Zellen seine Endausbreitungen in Kontaktbeziehungen treten. Fig. 254.

2. Ein zweites cerebellares Fasersystem geht aus den zentralen Gebieten des Rückenmarkgrau hervor, zieht an den Rand der vorderen Hälfte des Seitenstranges und lagert hier ventral von dem vorigen System. Es heißt ventrale Kleinhirnseitenstrangbahn und gehört zum Bestande des sogen. Gowersschen Bündels. Aufwärts verläuft diese Bahn an der Peripherie des vorderen Seitenstrangabschnittes in Nachbarschaft der dorsalen Kleinhirnbahn; in der Gegend des verlängerten Markes aber, in Höhe der unteren Olive, schlägt sie einen besonderen Weg ein, verläuft in der oberen Oblongatagegend zwischen spinaler Trigeminuswurzel und medialer Schleife und lagert sich im Bereich der Brückenhaube dicht medianwärts von der Facialiswurzel. Noch weiter rostralwärts findet sich die ventrale Kleinhirnbahn medial von der Trigeminuswurzel. Sie weicht dann latero-dorsalwärts ab, krümmt sich teilweise von außen um die laterale Schleife, umgeht von außen und oben das Brachium conjunctivum und gelangt schließlich unter Durchsetzung des vorderen Marksegels zum Kleinhirn, bezw. zur Rinde der vorderen und unteren Wurmabschnitte, wo sich Beziehungen zu den Nervenzellen herausstellen.

3. Ein drittes cerebello-spinales System leitet sich von endogenen Fasern des Hinterstranges her, die in Zellen des Rückenmarkgrau entspringend innerhalb der Hinterstränge aufwärts ziehen und im Bereich der Medulla oblongata teils zum lateralen Burdachschen bezw. zum sogen. Monakowschen Kern gelangen, teils in lateralwärts abweichendem Verlauf am dorsalen Rande des verlängerten Markes sich dem Corpus restiforme hinzugesellen, das auch Fasern aus dem Monakowschen Kern in sich aufnimmt. Im weiteren Verlauf begibt sich die Bahn zum Kleinhirn, wo sie als selbständiger Strang die lateralen Abschnitte des entsprechenden Oberwurmes aufsucht. Außerdem ziehen einige der Fasern aus den Hinterstrangkernen als Fibrae arcuatae internae zur Raphe, die sie kreuzen und dann nach Unterbrechung im sogen. Nucleus arciformis als Fibrae arcuatae externae antt. an der Außenfläche des verlängerten Markes zum Corpus restiforme hinaufsteigen, wo sie sich wahrscheinlich dem geschilderten Bündel der anderen Seite anschließen.

Zu den genannten tritt ferner die Rückenmark-Oliven-Kleinhirnbahn hinzu, die unlängst durch Untersuchungen im Bechterewschen Institut aufgefunden

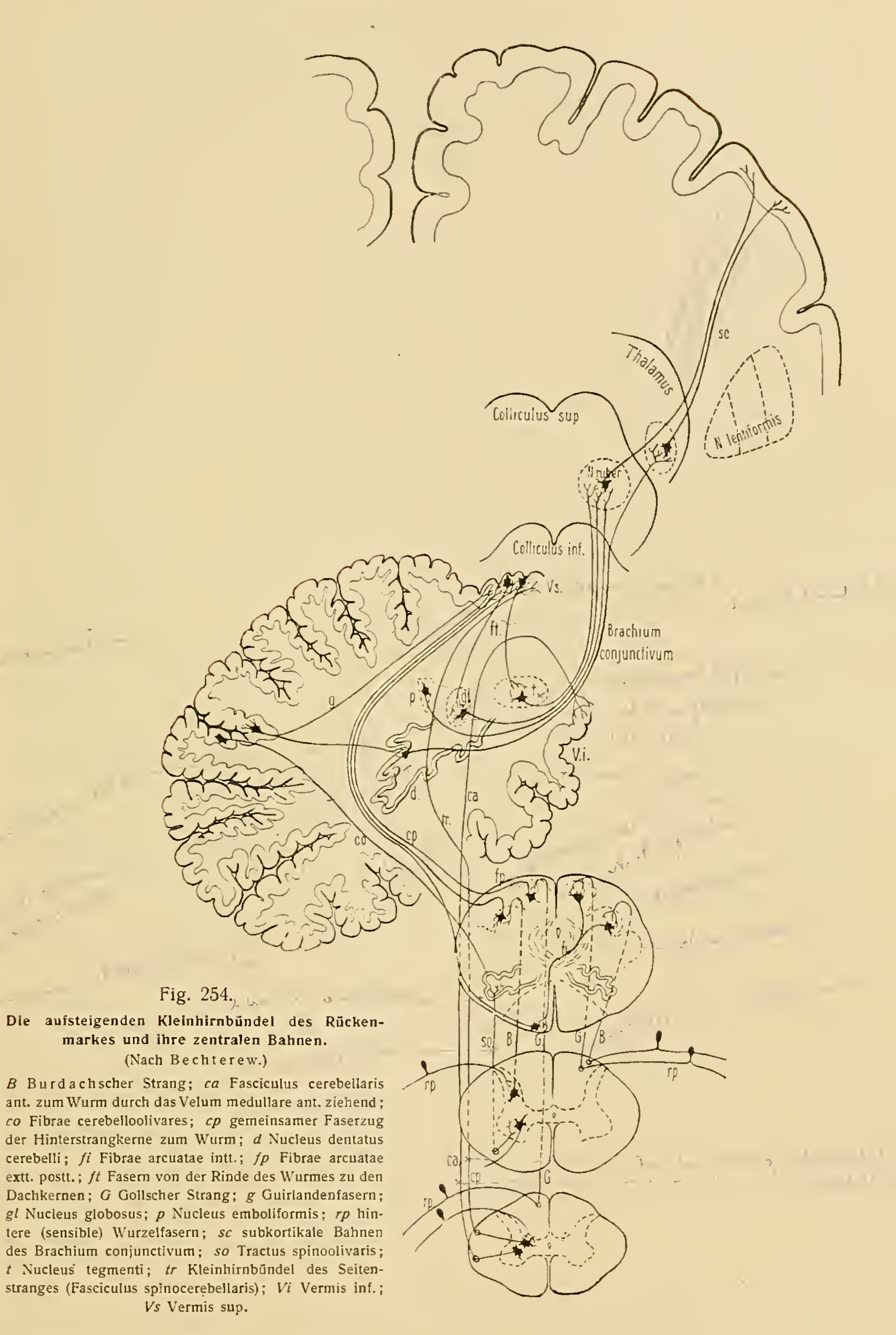


Fig. 254.

Die aufsteigenden Kleinhirnbündel des Rückenmarkes und ihre zentralen Bahnen.
(Nach Bechterew.)

B Burdachscher Strang; *ca* Fasciculus cerebellaris ant. zum Wurm durch das Velum medullare ant. ziehend; *co* Fibrae cerebelloolivares; *cp* gemeinsamer Faserzug der Hinterstrangkerne zum Wurm; *d* Nucleus dentatus cerebelli; *fi* Fibrae arcuatae intt.; *fp* Fibrae arcuatae extt. postt.; *ft* Fasern von der Rinde des Wurmes zu den Dachkernen; *G* Gollscher Strang; *g* Guirlandenfasern; *gl* Nucleus globosus; *p* Nucleus emboliformis; *rp* hintere (sensible) Wurzelfasern; *sc* subkortikale Bahnen des Brachium conjunctivum; *so* Tractus spinoolivaris; *t* Nucleus tegmenti; *tr* Kleinhirnbündel des Seitenstranges (Fasciculus spinocerebellaris); *Vi* Vermis inf.; *Vs* Vermis sup.

wurde. Ihre Fasern entstehen im Grau des Halsmarkes, verlaufen am Rande des vordersten Seitenstrangabschnittes und dringen schließlich in die untere Olive teilweise in dem Gebiet der vorderen Wurzeln ein, wo höchstwahrscheinlich zellulare Beziehungen zustande kommen. Ihrerseits entsenden die Olivenzellen cerebelloolivare, teilweise sich kreuzende Fasern, die mit dem Corpus restiforme zum Vließ hinziehen und die Rinde der Kleinhirnhemisphäre aufsuchen[1]).

Sämtliche Kleinhirnbahnen, die bisher erwähnt wurden, laufen großhirnwärts im Brachium conjunctivum weiter, das — wie die Untersuchung der Markscheidenentwicklung lehrt — aus einer ganzen Reihe (wenigstens vier)[2]) einzelner Systeme zusammengesetzt ist und die Kleinhirnrinde unter Vermittlung der zentralen Kleinhirnkerne mit dem Nucleus ruber und dem lateralen Thalamuskern verbindet. Den proximalen Anschluß bilden thalamo-kortikale Fasern, welche zur Rinde des Parietallappens und der Zentralwindungen emporziehen.

Ein besonderes aufsteigendes Fasersystem hat am medialen Rande des Vorderstranges seine Lage. Es entwickelt sich aus Zellen der tiefen Abschnitte des Rückenmarkgraues, deren genauere Lokalisation bisher nicht endgültig ermittelt werden konnte. Beim Übergange in das verlängerte Mark findet sich diese Bahn ventral vom hinteren Längsbündel in der Nähe der Raphe. Sie läßt sich weit in den Hirnstamm hinein verfolgen, doch bleibt es ungewiß, wo sie ihre Endstätte findet. Rostralwärts erfährt sie jedenfalls eine allmähliche Verschmächtigung, bedingt durch Verlust von Fasern, die wahrscheinlich nach und nach zu den Kernen der Formatio reticularis abgehen. In diesem zuerst von P. Marie beschriebenen System, das man als Fasciculus spino-bulbaris bezeichnet, sind offenbar auch Bündel vorhanden, die verschiedene Querschnitte des Rückenmarkes mit den grauen Kernen der Formatio reticularis des Gehirnstammes verbinden.

Aufsteigenden Charakter haben im Rückenmark endlich eine Reihe kurzer Bahnen, wie sie in den Hintersträngen, aber auch in den Vorderseitensträngen und namentlich in der Nachbarschaft der Hintersäule, unter anderem in der Gegend des von Bechterew sogenannten medialen Bündels (im hinteren Teil der sog. Grenzschicht des Seitenstranges) verbreitet sind. Diese kurzen Bahnen haben augenscheinlich mehr lokale Bedeutung, sofern sie verschiedene Rückenmarksquerschnitte in aufsteigender Richtung miteinander in Verbindung setzen.

In ähnlicher Weise wie die Bahnen der hinteren Wurzelfasern des Rückenmarkes verhalten sich andere ebenfalls von aufsteigender Art, die sich als Fortsetzung zentripetaler Hirnnervenfasern darstellen. Hierher gehören die Bahnen des Trigeminus, Glossopharyngeus, Vagus, Acusticus, Opticus, Olfactorius.

Der Nervus trigeminus hat im Ganglion semilunare (Gasseri) sein Spinalganglion (Fig. 255). Auch die Zellen dieses Ganglion entsenden je einen einheitlichen Fortsatz, der alsbald in zwei Äste zerfällt: einen peripheren zur Bildung des sensiblen Stammes des Trigeminus, und einen zentralen, der die sensible oder sog. absteigende Trigeminuswurzel, Tractus spinalis n. trigemini, bilden hilft. Nach ihrem Eintritt in die Brücke teilen sich die Elemente der sensiblen Quintuswurzel ebenfalls in je zwei Äste, einen aufsteigenden und einen absteigenden; doch erscheint jener kürzer als dieser und splittert sich frei in den sen-

[1]) Das Gowerssche Bündel gibt zur unteren Olive Kollateralen ab.

[2]) Siehe Bechterew: Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark, S. 403.

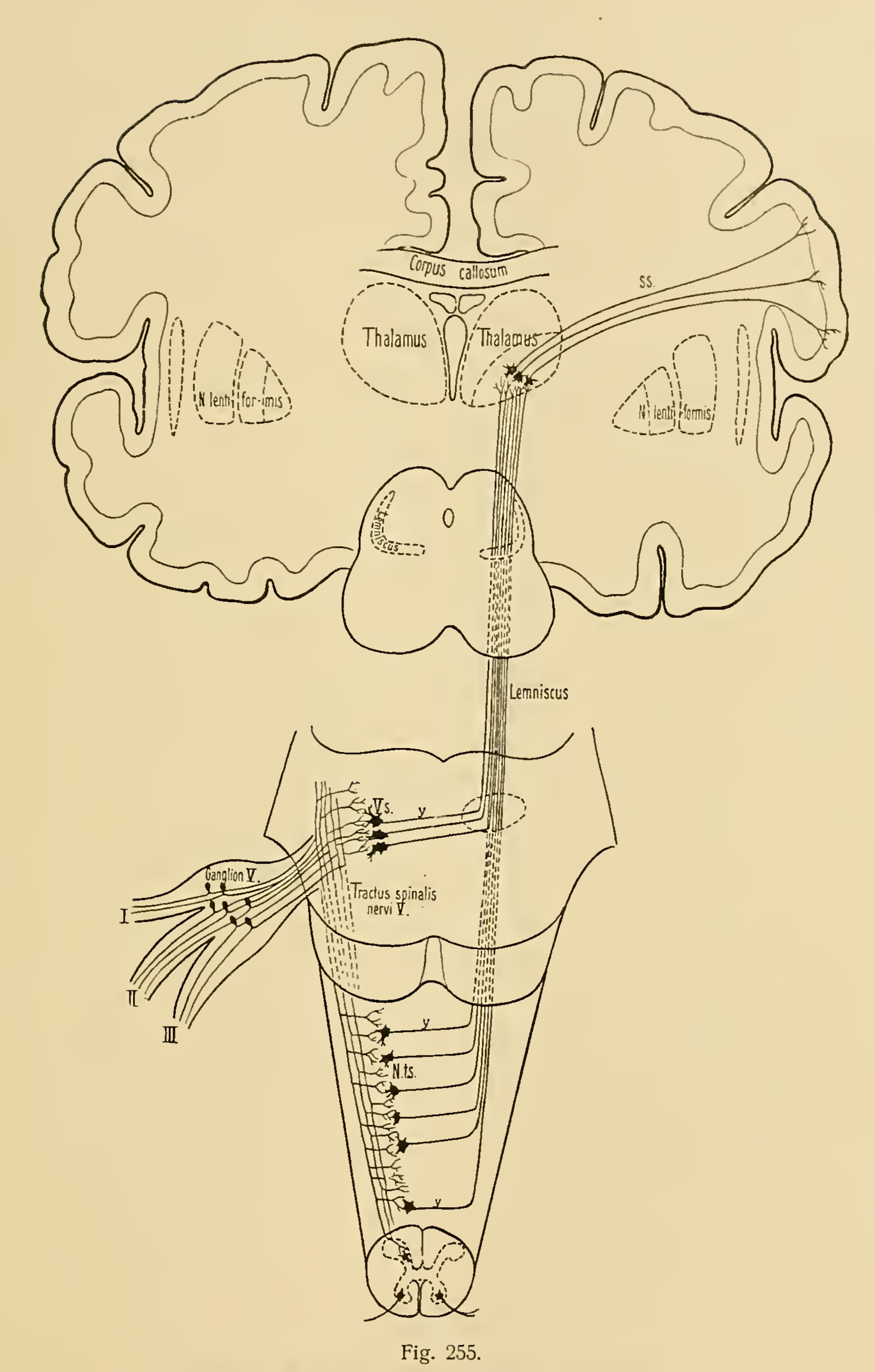


Fig. 255.

Die zentralen Bahnen des Nervus trigeminus. (Nach Bechterew.)

I N. ophthalmicus; *II* N. maxillaris; *III* N. mandibularis; *Vs* Nuclei sensibiles n. trigemini; *N. ts* Nucleus tractus spinalis nervi trigemini; *ss* subkortikale Fasern vom Thalamus zum unteren Abschnitt des Gyrus centralis post.; *y* Fibrae arcuatae intt.

siblen Kernen des Trigeminus auf, wobei Kontaktbeziehungen zu den Zellen derselben sich herausstellen. Die längeren absteigenden Teilungsfäden senken sich durch das gesamte verlängerte Mark in das Halsmark hinab, wobei sie fortwährend lateral von dem Nucleus tractus spinalis n. trigemini, der rostralen Fortsetzung der Substantia gelatinosa der Hintersäule, liegen. Die Ausdehnung dieser langen Fasern, die unterwegs überall Kollateralen zu der Substantia gelatinosa abgeben, ist keine gleichmäßige, einige von ihnen erreichen jedoch sicher das untere Halsmark. Nahe ihrem unteren Ende wenden sich die absteigenden Teilungsfäden medianwärts und endigen nach Durchsetzung der Substantia gelatinosa an den großen Ganglienzellen im Bereiche des medialen Abschnittes des Nucl. tractus spinalis n. trigemini.

Die zentrale Bahn des Trigeminus (Fig. 255) wird gebildet durch Axenzylinderfortsätze dieser Zellen, die unter Aufnahme von Markscheiden zum größten Teil als Fibrae arcuatae internae die Raphe durchkreuzen, zum geringeren Teil ungekreuzt bleiben. Beide Faserarten gestalten sich dann zu einem besonderen Zuge, der dorso-lateral von dem Lemniscus medialis Platz nimmt. Während ihres ferneren Verlaufes nähern sich diese Fasern nach und nach der dorsalen Grenze des Lemniscus medialis und treten schließlich in der Vierhügelgegend in den Bestand der Schleife hinein, in deren Gesellschaft sie einen kleinen Kern im Nucleus lateralis thalami aufsuchen. Den weiteren Anschluß bilden thalamokortikale Bahnen, die zum unteren Abschnitt der hinteren Zentralwindung ziehen.

In die aufsteigende Bahn des Nervus glossopharyngeus sind das Ganglion jugulare superius und das Ganglion petrosum eingeschaltet, die gleich Spinalganglien Zellen mit einheitlichem Fortsatz aufweisen, der alsbald in einen peripheren und einen zentralen Ast zerfällt. Die zentralen Teilungsäste beider Ganglien treten in den Seitenteil des verlängerten Markes ein, wo sie als gesonderte Bündelchen in der Nähe der hier vorhandenen schmalen Säule der Substantia gelatinosa verlaufen, und teilen sich nun wiederum in je zwei Äste, einen kürzeren aufsteigenden und einen längeren absteigenden. Die aufsteigenden Äste verzweigen sich um die Ganglienzellen in der Nachbarschaft der Substantia gelatinosa, die absteigenden wenden sich abwärts in Gestalt des Tractus solitarius. Dieser medial von der Substantia gelatinosa verlaufende Faserzug, der auch absteigende Äste der Vaguswurzel führt, erschöpft sich nach und nach in kaudaler Richtung in dem Maße, als seine Fäden streckenweise zur Substantia gelatinosa abzweigen und um die hier vorhandenen Nervenzellen ihre Endaufsplitterung finden.

Was die weiteren Bahnen der Wurzelfasern des Glossopharyngeus betrifft, so entwickeln sich aus den erwähnten Nervenzellen im Gebiete der Substantia gelatinosa neue Faserzüge als Fibrae arcuatae internae, deren Mehrzahl in der Raphe zur Kreuzung gelangt und darauf im ventralen Abschnitt der Substantia reticularis alba Platz nimmt. Aufsteigende Richtung einschlagend nähern sich die in Rede stehenden Fasern allmählich der dorsalen Seite des Lemniscus medialis ähnlich wie die zentralen Bahnen des Trigeminus, in deren Gesellschaft sie darauf rostralwärts verlaufen. Mit der Schleife gelangen sie schließlich zum kleinen sensiblen Kern des Nucleus lateralis thalami, um dessen Zellen ihre Endaufzweigungen sich verbreiten. In diesen Zellen entspringen Neuriten, die als subkortikale Fortsetzungen des Glossopharyngeus zum hinteren Abschnitt des Operculum verlaufen. Fig. 256.

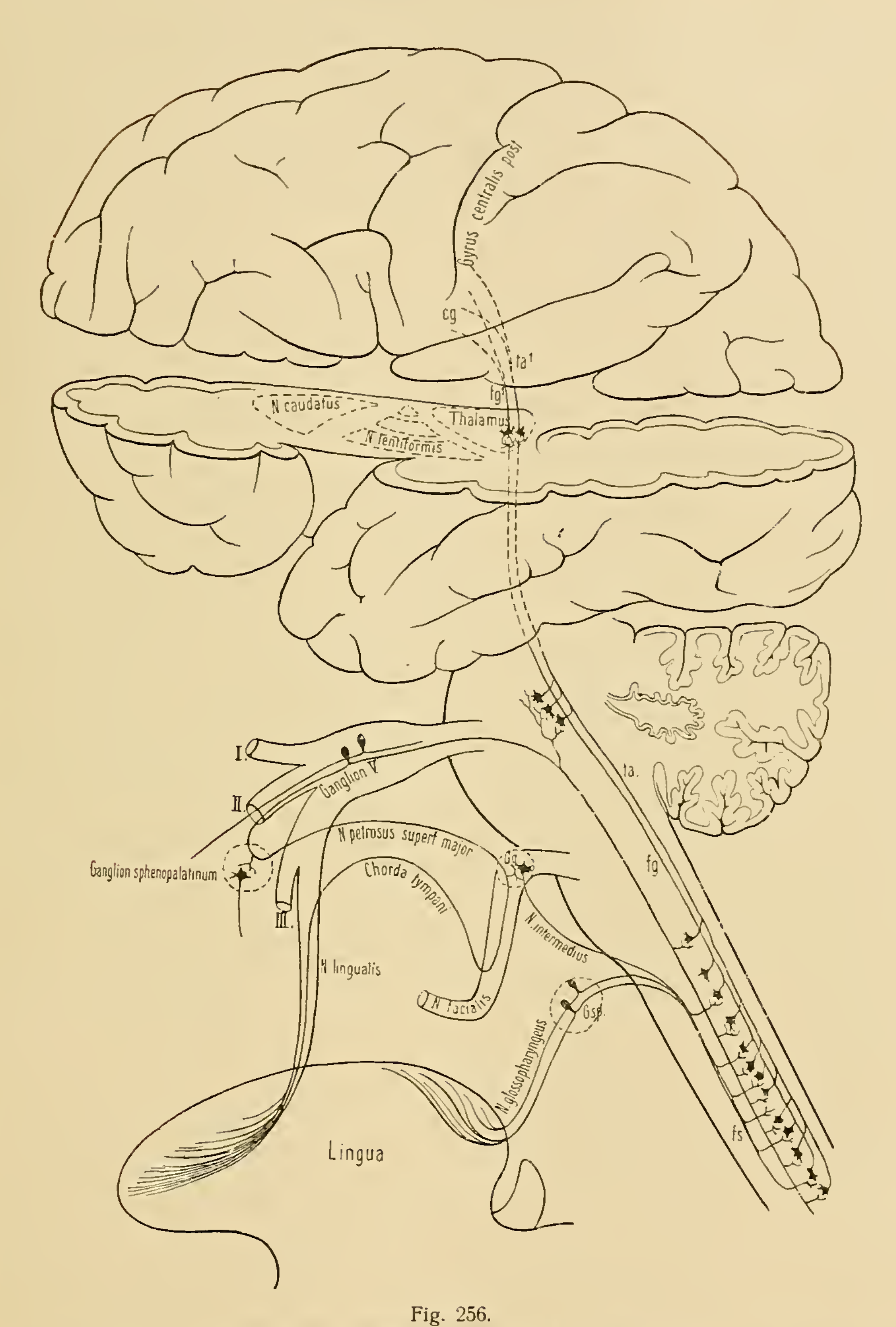


Fig. 256.

Verlauf der Geschmacksleitung. (Nach Bechterew.)

I N. ophthalmicus; *II* N. maxillaris; *III* N. mandibularis; *cg* kortikales Geschmackszentrum; *fg* zentrale aufsteigende Geschmacksleitung im Lemniscus medialis; *fg'* subkortikale Leitung; *Gg* Ganglion geniculi; *G.sp* Ganglion jugulare sup. et petrosum nervi glossopharyngei; *ta* zentrale aufsteigende Fasern des Trigeminus im Lemniscus medialis; *ta'* subkortikale Verbindung des Thalamus mit dem unteren Abschnitt des Gyrus centralis post.

Zu dem in das Gehirn eintretenden Glossopharyngeus gesellt sich der sog. N. intermedius Wrisbergi (Fig. 256). Er kommt anscheinend aus zentralen Fortsätzen der Zellen des Ganglion geniculi, deren periphere Fortsätze vielleicht zur Chorda tympani und zum N. lingualis gelangen und als Geschmacksfasern für die vorderen $^{2}/_{3}$ der Zunge dienen. Verlauf und Endigungen des Nervus intermedius sind analog denen des Glossopharyngeus; seine absteigenden Fasern gelangen ebenfalls zum Tractus solitarius, an dessen Zellen sie aufhören. Die zentrale Bahn des N. intermedius entspricht vollkommen dem Verlauf der sensiblen Fasern des Glossopharyngeus.

Die Wurzelfasern des Nervus vagus (Fig. 257) haben gleich denen des Glossopharyngeus auf ihrer Bahn zwei gangliöse Einschaltungen in Gestalt des Ganglion jugulare sup. und des Ganglion nodosum, deren Zellen, entsprechend dem Typus der Spinalganglienzellen, je einen einzigen Fortsatz abgeben, der sich in einen peripheren und zentralen Faden spaltet. Sämtliche zentrale Fäden des Vagus treten bündelweise in den Seitenteil des verlängerten Markes hinein, wo sie kaudal von den Glossopharyngeusfasern eintreten. Gleich diesen spalten sie sich unter dem Boden des vierten Ventrikels in kurze aufsteigende und lange absteigende Äste. Jene gelangen in Kontaktbeziehungen mit den hier in der Nachbarschaft der Substantia gelatinosa vorhandenen Nervenzellen, diese — die absteigenden Fäden — schlagen kaudale Richtung ein, verlaufen im Gebiete des Tractus solitarius in Gesellschaft der Glossopharyngeusfasern, durchsetzen dann die Substantia gelatinosa und verzweigen sich schließlich mit ihren Endaufsplitterungen an den dieser Substanz angehörenden Nervenzellen.

Weiterhin verlaufen die zentralen Fasern des Vagus, gleich denen des Glossopharyngeus als größtenteils in der Raphe kreuzende und zum Teil ungekreuzt bleibende Fibrae arcuatae internae, die in der ventralen Gegend der Substantia reticularis über der Schleifenschicht aufsteigende Richtung annehmen und schließlich ganz in die Bahn des Lemniscus medialis übergehen. Jenseits des lateralen Thalamuskerns, den diese Fasern in Gesellschaft der Schleife erreichen, werden sie durch thalamo-kortikale Bahnen fortgesetzt, die in der Umgebung der kortikalen Endigungen des Glossopharyngeus ihre Rindenausbreitung finden.

Der Nervus acusticus weist zwei Bestandteile auf, die besonders auch hinsichtlich der zentralen Bahnen dieses Nerven wohl auseinanderzuhalten sind: den Gehör- oder Schneckennerv: N. cochlearis, und den Vorhofsnerv: N. vestibularis.

Der N. cochlearis (Fig. 258) erscheint als Fortsetzung der Axenzylinder von bipolaren Zellen des Ganglion spirale, deren periphere Fortsätze auf ihrem Wege zum Gehörapparat in das Cortische Organ eintreten und mittels freier Endigungen sich an Zellen dieses Organes ausbreiten. Die zentralen Fäden der Bipolarzellen des Ganglion spirale senken sich in das verlängerte Mark an der Grenze der Brücke als äußere oder hintere Akustikuswurzel ein, Radix cochlearis, während die mediale oder vordere Wurzel des Gehörnerven dem Ramus vestibularis desselben entspricht. Fast unmittelbar nach ihrem Eintritt in das Gehirn gelangt die Schneckenwurzel zu dem ventralen Akustikuskern, Nucleus ventralis n. cochlearis, um dessen Zellen ein Teil ihrer Fasern seine Endausbreitung findet. Ein anderer Faseranteil dieser Wurzel erreicht einen dorsolateral von dem Nucleus ventralis gelegenen grauen Kern, Nucleus dorsalis n. cochlearis, der als Tuberculum acusticum bekannt, im

Tierhirn unverhältnismäßig stärker ausgebildet erscheint, als im Gehirn des Menschen. Entsprechend diesen beiden Endigungsstätten der Fasern des Gehörnerven schlagen seine weiteren Bahnen zwei Hauptrichtungen ein.

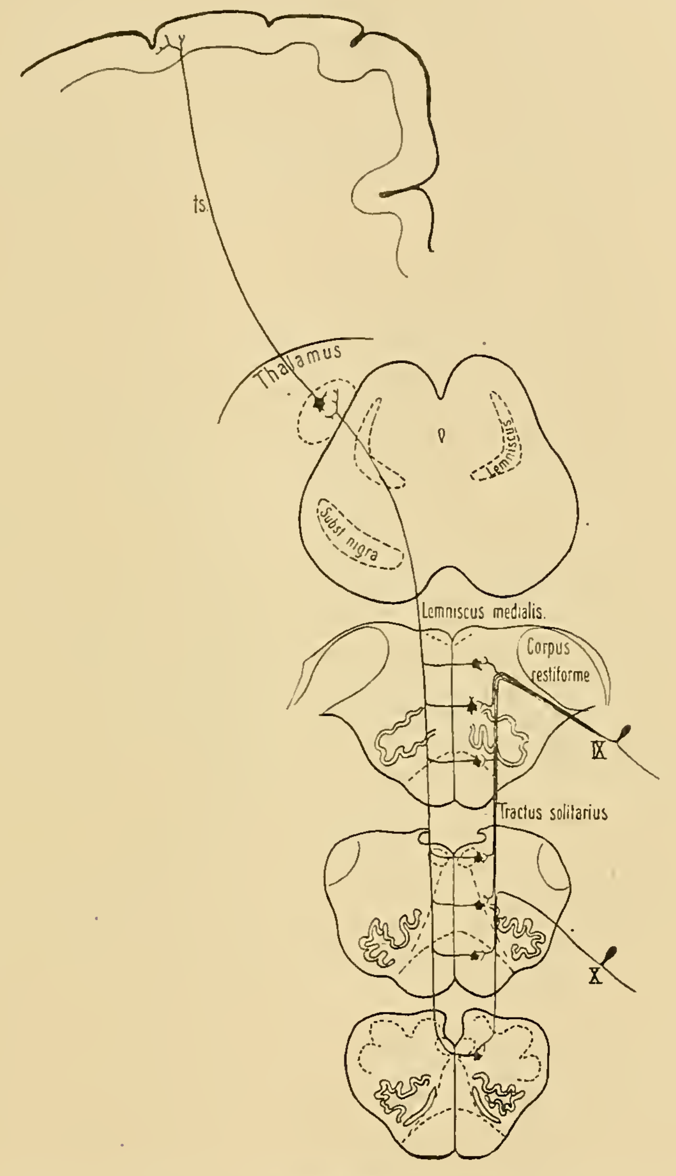


Fig. 257.
Die zentrale Leitung des Glossopharyngeus und Vagus. (Nach Bechterew.)
ts subkortikale Fasern vom Thalamus zur Großhirnrinde.

Die Nervenfortsätze der Zellen des ventralen Kerns begeben sich, mit Markscheiden bekleidet, direkt medianwärts und erzeugen in der unteren Hälfte der Brücke das Corpus trapezoideum — querverlaufende, in der Raphe sich kreuzende Fasern. Unter Abgabe von Kollateralen an den Facialiskern ziehen diese Akustikusfasern teils zur oberen Olive, Nucl. olivaris sup., ihrer eigenen, teils zu dem gleichen

Kern der anderen Seite, teils verlaufen sie an den Brückenoliven vorbei im Außenfelde der Haube als laterale Schleife, deren Kern, Nucleus lemnisci lateralis, einen Teil der hierhergehörigen Fasern aufnimmt, während der Rest den unteren Vierhügel aufsucht unter Entsendung von Kollateralen zu Zellen der oberflächlichen Schicht des oberen Vierhügels. Aus allen genannten Kernen — mit Ausnahme der durch Kollateralen versorgten, — entwickeln sich Axenzylinder von aufsteigendem Charakter. Ihre Gesamtheit entspricht einer zentralen Gehörleitung, die nach Kreuzung in der Raphe auf dem Niveau des Corpus trapezoideum im Gebiete der lateralen Schleife verläuft, welche mit ihrem Kern zum unteren Vierhügel und zum medialen Kniehöcker tritt, teils ziehen sie an dem Kniehöcker vorbei und begeben sich rindenwärts.

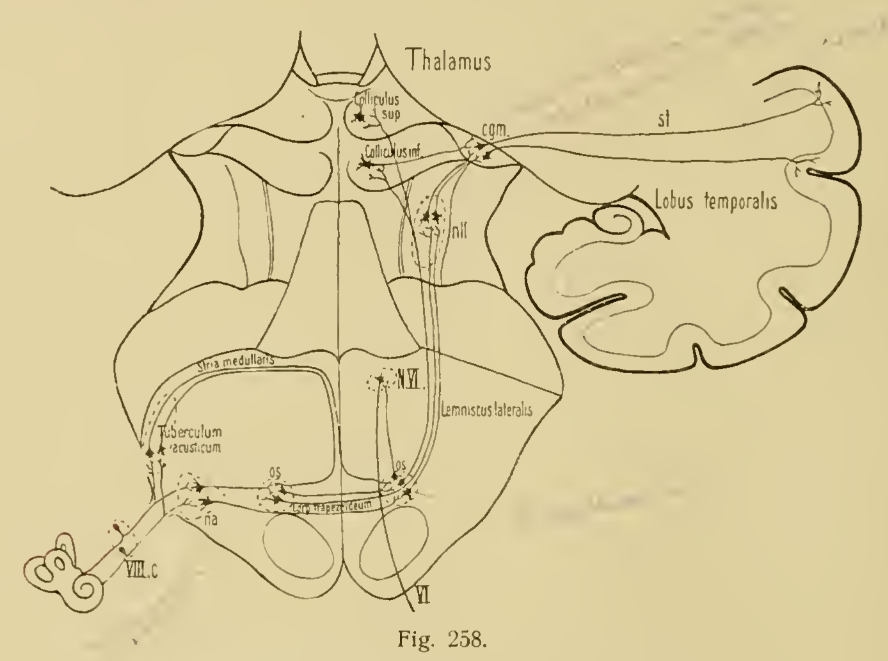


Fig. 258.

Die zentralen Bahnen des Nervus cochlearis. (Nach Bechterew.)

VI Fila radicularia nervi abducentis; *VIII.c* Nervus cochlearis; *cgm* Corpus geniculatum mediale; *N.VI* Nucleus nervi abducentis; *na* Nucleus ventralis nervi cochlearis; *nll* Nucleus lemnisci lateralis; *os* Nucleus olivaris sup.; *st* subkortikale aufsteigende Bahn zur Rinde des Schläfenlappens.

Die vom Tuberculum acusticum abgehenden Axenzylinder bilden eine zweite zentrale Gehörleitung, die um den dorsalen Teil des Corpus restiforme umbiegt, darauf als Striae medullares medio-ventralwärts verlaufend über der Schleife zur Kreuzung gelangt und nun der erwähnten lateralen Schleife sich hinzugesellt. Unterwegs begibt sich ein kleiner Anteil der hierher gehörigen Fasern zum Nucleus olivaris sup. der gleichen Seite, ein anderer zu demselben Kern der entgegengesetzten Seite, während der Rest in den Kern der lateralen Schleife und in den unteren Vierhügelkern eintritt und teilweise direkt zum medialen Kniehöcker zieht, wo, gleich den übrigen Endstätten, Kontaktbeziehungen zu den Zellen dieser Kerne sich herausstellen. Die weitere Bahn dieser und jener Gehörnervenfasern, welche auch ihre Kollateralen zum N. facialis und zu dem oberen Vierhügel schicken, wird gebildet durch Axenzylinder aus dem unteren Vierhügel- und lateralen Schleifenkern, deren Gesamtheit den unteren Vierhügelarm ausmacht. Diese Fasern treten

auf ihrem Wege teils in den medialen Kniehöcker hinein, teils ziehen sie ähnlich den vorigen Fasern an dem Kniehöcker vorbei und begeben sich rindenwärts. Beide letztgenannte Fasern bilden zusammen mit den aus Axenzylindern des

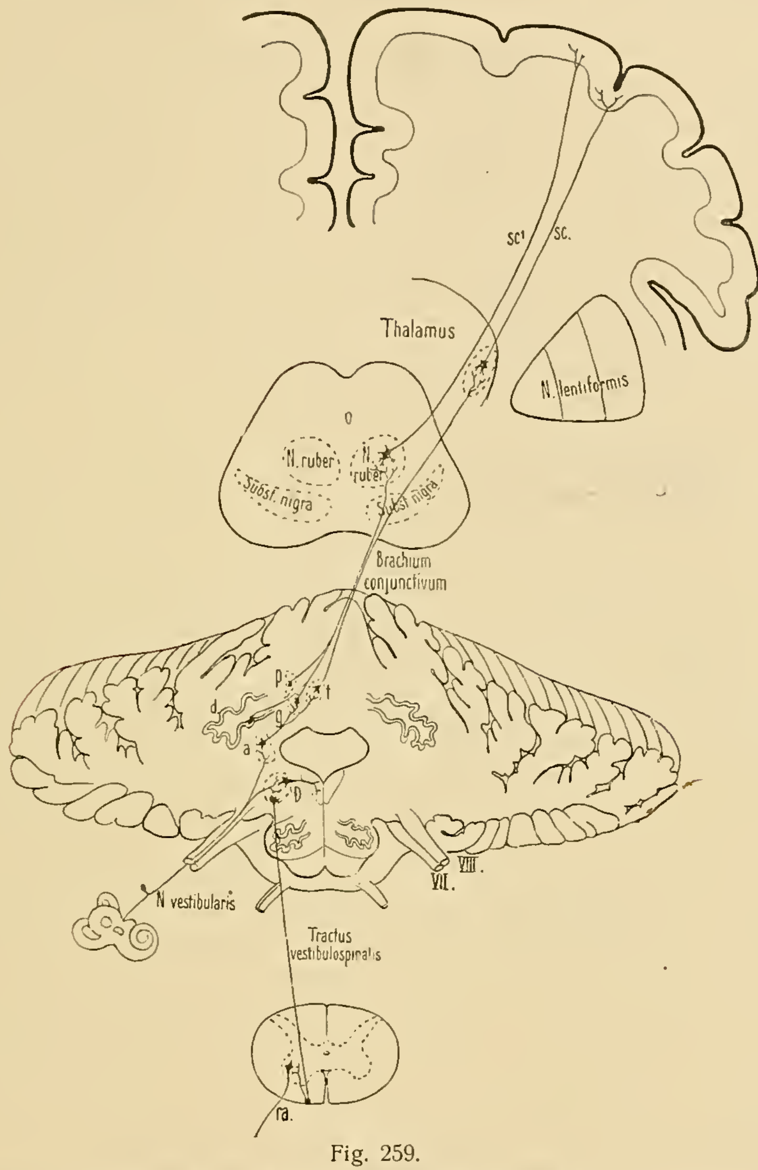


Fig. 259.

Die zentralen Bahnen des Nervus vestibularis. (Nach Bechterew.)

VII Nervus facialis; *VIII* Nervus acusticus; *a* Nucleus n. vestibularis sup. (Bechterew); *D* Nucleus n. vestibularis lat. (Deiters); *d* Nucleus dentatus; *g* Nucleus globosus; *p* Nucleus emboliformis; *ra* Fila radicularia antt.; *sc, sc'* subkortikale Fasern vom Nucleus ruber und Thalamus zur Großhirnrinde; *t* Nucleus tegmenti.

medialen Kniehöckers hervorgehenden die subkortikale Gehörleitung, die hauptsächlich zu der ersten Schläfenwindung hinaufzieht und ihre Endverzweigungen an die dort vorhandenen Zellen abgibt[1]).

[1]) Im Tierhirn können Wurzelfasern des Nervus cochlearis unmittelbar bis zu den oberen Oliven verfolgt werden; sie sollen sogar direkt bis zum unteren Vierhügel hinaufsteigen.

Während seines Verlaufes gibt das betrachtete Fasersystem Seitenzweige ab, die zu den oberen Oliven, zum Abducenskern und in das hintere Längsbündel gelangen.

Den Wurzeln des Nervus vestibularis (Fig. 259, 260) ist auf ihrer Bahn das Ganglion vestibulare eingeschaltet, dessen peripherische Zellfortsätze zu den Maculae acusticae sacculi et utriculi und zu den Cristae ampullares ziehen. Seine zentralen Fortsätze bilden die mediale oder vordere, bezw. vestibulare Wurzel; sie dringen an der Grenze zwischen verlängertem Mark und Brücke dicht medial und rostral von der vorigen Wurzel in die Substanz der Brücke hinein, und begeben sich zum lateralen Winkel der Rautengrube; sie spalten sich alsbald in kurze aufsteigende und längere absteigende Äste. Die aufsteigenden Äste gelangen zu dem Nucleus n. vestibularis sup. (Bechterew) und gewinnen Beziehungen zu dessen Ganglienzellen. Die absteigenden Äste treten in den Nucleus n. vestibularis lateralis oder Deitersschen Kern hinein, und schlagen in demselben absteigende Richtung ein, wobei ein allmählicher Faserverlust stattfindet, in dem Maße, als immer neue Elemente der Wurzel sich nach und nach in die Umgebung von Zellen des Deitersschen Kerns abzweigen.

Die Axenzylinder des Nucleus nervi vestibularis sup. begeben sich unter Markscheidenaufnahme durch den medialen Abschnitt des unteren Kleinhirnschenkels zur Gegend der zentralen Kleinhirnkerne, vor allem zu dem Nucleus globosus und zum Nucleus fastigii, in denen sie sich aufzweigen.

Die Weiterleitung zum Großhirn wird wohl durch Fasern des Brachium conjunctivum vermittelt. Vom Deitersschen Kern wiederum begeben sich Axenzylinder einerseits medianwärts unter dem Ventrikelboden zum hinteren Längsbündel teils der gleichen, teils der entgegengesetzten Seite behufs Verbindung mit den Kernen der Augenmuskel- und anderer motorischer Gehirnnerven; andererseits erzeugen sie eine besondere absteigende cerebro-spinale Bahn, die als Tractus vestibulospinalis von Loewenthal bekannt ist, und im weiteren noch näher zu betrachten sein wird.

Die Fasern der Nervi optici (Fig. 261) sind die Axenzylinder der Ganglienzellen der Netzhaut, deren Dendriten, peripheriewärts ziehend und büschelförmig aufgezweigt sich mit den Endbüscheln der zentralen Fortsätze der Bipolarzellen der Retina durchflechten. Die peripheren Fortsätze der Bipolaren ebenfalls büschelförmig verästelt, gewinnen Kontaktbeziehungen zu den zentralen Fortsätzen der Sehzellen, deren peripher gerichtete Fortsätze in Gestalt der Zapfen und Stäbchen ihre Endigung finden. Die Fasern der Nervi optici erscheinen demnach bereits als Axenzylinder von Neuronen III. Ordnung.

Bei allen Tieren und beim Menschen bilden die Sehnerven auf ihrer zentralwärts gerichteten Bahn eine Kreuzung — Chiasma opticum —, die bei Reptilien, Amphibien, Fischen, Vögeln, sowie bei niederen Säugetierformen (Maus, Meerschwein) vollständig, dagegen bei höheren Säugern (teilweise schon Kaninchen, vor allem aber Hund, Katze und zumal Affe und Mensch) unvollständig ist. Die Zahl der ungekreuzt bleibenden Sehnervenfasern ist bei höheren Säugetierformen (Mensch, Affe) größer, als bei niederen (Hund, Katze) und am geringsten beim Kaninchen.

Bekannt ist zugleich, daß ein Teil der Fasern, die dem sogenannten Maculabündel angehören, im Chiasma dichotomische Teilung erfährt. Zentralwärts wenden

sich die Fasern der Nervi optici, nachdem sie sich jenseits des Chiasma zum Tractus opticus formiert haben, mehreren Kernen zu; sie erreichen den lateralen Kniehöcker, das Pulvinar thalami und den oberen Vierhügel. Ein kleinerer Faser-

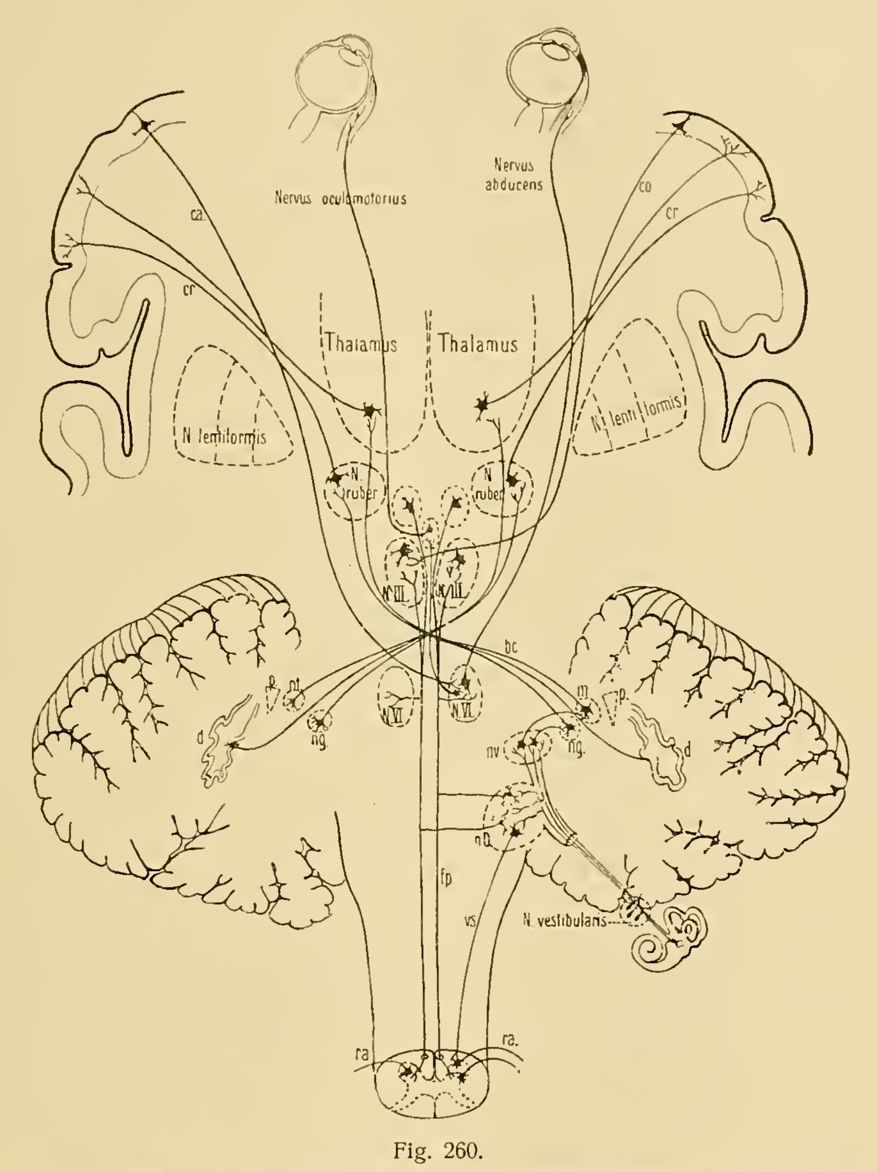


Fig. 260.

Die zentrale Leitung des Nervus oculomotorius und des Nervus abducens sowie die zentrale und periphere Bahn des Nervus vestibularis. (Nach Bechterew.)

bc Fasern des Brachium conjunctivum; *ca* subkortikale Verbindung des Nucleus nervi abducentis; *co* subkortikale Verbindung des Nucleus nervi oculomotorii; *cr* zentrale Bahn des Brachium conjunctivum; *d* Nucleus dentatus; *fp* Fasciculus longitudinalis medialis; *N. III* Nucleus nervi oculomotorii; *N. VI* Nucleus nervi abducentis; *nD* Nucleus n. vestibularis lat. (Deiters); *ng* Nucleus globosus; *nt* Nucleus tegmenti; *nv* Nucleus n. vestibularis sup. (Bechterew); *p* Nucleus emboliformis; *ra* Fila radicularia antt.; *vs* Tractus vestibulospinalis. Die Verbindung des *N. VI* mit dem *N. III* durch den Fasciculus longitudinalis medialis ist in diesem Schema nicht dargestellt.

teil wendet sich außerdem vor seinem Eintritt in den lateralen Kniehöcker um die äußere und ventrale Oberfläche des Hirnschenkels und verliert sich in einem kleinen konischen Gebilde: Nucleus tractus peduncularis transversi. (Fig. 261 *np*.)

Ein letzter, ebenfalls geringer Faseranteil des Sehnerven begibt sich hinter dem Chiasma zum zentralen Höhlengrau und zum sogenannten basalen Opticusganglion, welches ein Teil des Tuber cinereum ist.[1])

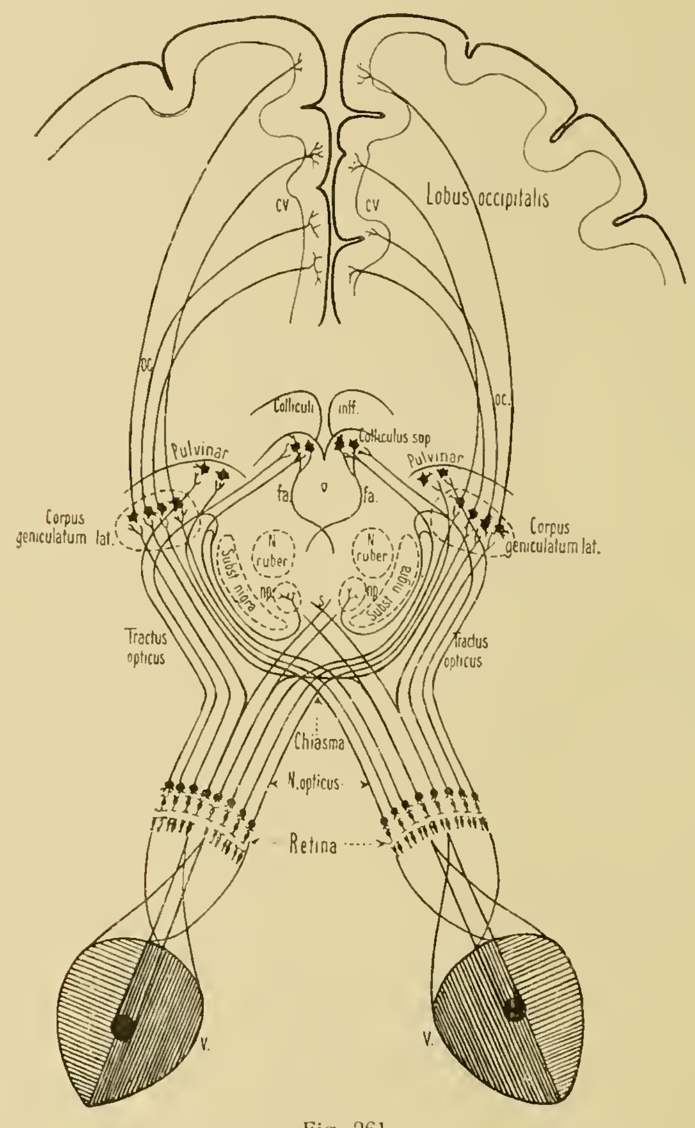


Fig. 261.

Verlauf der Sehbahnen. (Nach Bechterew.)

cv kortikales Sehzentrum; *fa* Fasern aus dem oberen Vierhügel in den Fasciculus praedorsalis übergehend; *np* konischer Kern des Pedunculus cerebri; *oc* subkortikale Sehleitung (Gratioletsche Strahlung); *s* Fasern aus dem Chiasma zum Boden des III. Ventrikels.

In allen genannten Formationen endigen Fasern der Tractus optici mittels Telodendren um Zellen, mit denen sie Kontakt unterhalten. Aus diesen Zellen

[1]) Die im Tractus opticus enthaltene Guddensche Kommissur und die über dem Tractus liegende Meynertsche Kommissur haben mit der Sehbahn nichts zu tun, sondern vermitteln Beziehungen zwischen bestimmten grauen Formationen, die Guddensche Kommissur zum medialen Kniehöcker (?), die Meynertsche zum Linsenkern.

entstehen ihrerseits Axenzylinder, von denen aber nur die des lateralen Kniehöckers rindenwärts verlaufen und den Hinterhauptlappen im Bereich der Fissura calcarina erreichen, wo ihre Endaufzweigungen zu den zerstreuten großen Ganglienzellen der vierten und fünften Schicht in Beziehung treten[1]).

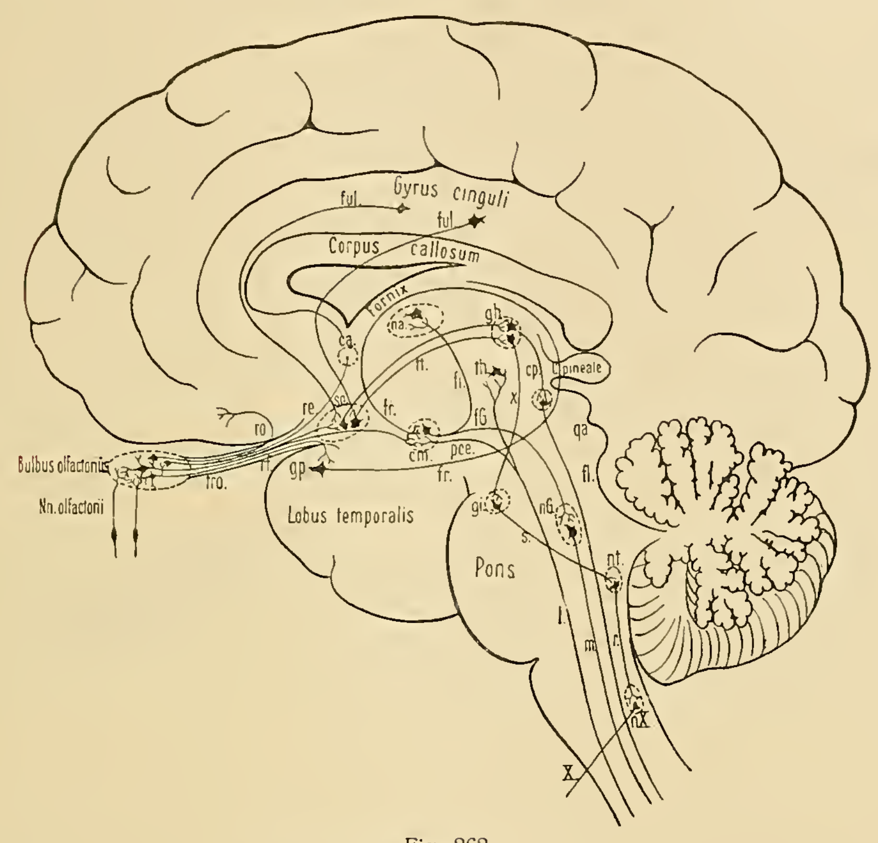


Fig. 262.

Die zentralen Riechbahnen. (Nach Bechterew.)

X Fila radicularia nervi vagi; *ca* Commissura ant.; *cm* Corpus mamillare; *cp* Fasern vom Nucleus habenulae zur hinteren Kommissur; *fG* Faserzug vom Corpus mamillare zum Guddenschen Kern; *fi* Fasciculus thalamo-mamillaris; *fl* Fasciculus longitudinalis medialis; *fr* Fornix; *ful* Fasern des Fornix longus; *gh* Nucleus habenulae; *gi* Ganglion interpedunculare; *gp* Gyrus piriformis; *l* Lemniscus medialis; *m* Fasern vom Guddenschen Kern zur Substantia reticularis grisea; *na* Nucleus ant. thalami; *nG* Guddenscher Kern; *nt* Nucleus tegmenti (v. Gudden); *nX* Nucleus sensibilis nervi vagi; *pce* Pedunculus corporis mamillaris aus der Schleifenschicht; *qa* Lamina quadrigemina; *r* Fasern vom Nucleus tegmenti (v. Gudden) zu den Kernen der Hirnnerven; *re* Radix lat. tractus olfactorii; *rf* Fasern des Tractus olfactorius zum Gebiet des Trigonum olfactorium; *ro* Radix medialis tractus olfactorii; *s* Fasern vom Ganglion interpedunculare zum Nucleus tegmenti; *so* Gebiet des Trigonum olfactorium; *th* Thalamus; *tro* Tractus olfactorius; *tt* Stria medullaris; *x* Fasciculus retroflexus.

Die Fasern des Olfactorius, als Nervi olfactorii bekannt, sind die zentralen Fortsätze der im Riechepithel gelegenen Neuroepithelzellen, deren starke, kurze Fortsätze frei an der Oberfläche endigen. Zentralwärts durchsetzen die Nervi olfactorii die Lamina cribrosa, treten von der ventralen Seite her in den Bulbus olfactorius hinein und verästeln sich hier innerhalb des Stratum glomerulosum mit

[1]) Wie in der Gehörbahn, so sind auch in der Sehbahn rückläufige Systeme vorhanden. Dieselben verästeln sich frei in der inneren retikulären Schicht der Netzhaut in der Nähe der neuritenlosen, reich mit Dendriten ausgestatteten Spongioblasten.

dichten Endbüscheln. Die Zweige der Büschel durchflechten sich mit den ausgedehnten Endbäumchen der langen Protoplasmafortsätze der Mitralzellen, die in der Tiefe eine besondere Schicht bilden. Infolge dieser Durchflechtung der Endverästelungen der Nervi olfactorii mit den Mitralzellendendriten kommt es zur Bildung der Glomeruli olfactorii. In den Glomeruli gelangen die Nervi olfactorii in Kontakt mit den Hauptdendriten der Mitralzellen, deren übrige Dendriten kollaterale Richtung einschlagen (siehe auch Fig. 190, 191).

Die von den Mitralzellen abgehenden Axenzylinder wenden sich nach Aufnahme von Markscheiden zentralwärts zum Tractus olfactorius und weiterhin zur Gegend der sogenannten lateralen Olfactoriuswurzel, die sich gegen den vorderen Schläfenlappen zum Gyrus uncinatus, bezw. Gyrus piriformis wendet (Fig. 262). In dieser Rindenregion gewinnen die Verästelungen der erwähnten Fortsätze Kontaktbeziehungen zu dort vorhandenen großen Zellen, die das kortikale Riechfeld bilden.

Unterwegs entsenden die zentralen Fortsetzungen der Nervi olfactorii Kollateralen, welche mit den Pyramidenzellen der grauen Substanz des Tractus olfactorius in Berührung gelangen. Die Axenzylinder der Pyramidenzellen schlagen ihrerseits zentralwärts gerichtete Bahnen ein. Mindestens ein Teil von ihnen findet zur Herstellung einer Kommissur zwischen den Bulbi und Tractus olfactorii Verwendung.

Die Axenzylinder der vorhin genannten Mitralzellen gelangen jedoch nicht nur zur Rinde der Gyrus piriformis, sondern wenden sich teilweise auch zu der dem Trigonum olfactorium zustrebenden mittleren Riechwurzel, wo ebenfalls ein Kontakt ihrer Verzweigungen mit Zelldendriten zustande kommt. Die Neuriten der Zellen des Trigonum olfactorium hinwiederum verlaufen gegen den Hirnstamm und entsprechen einer reflektorischen Riechbahn.[1])

II. Die absteigenden Leitungs-Systeme.

Aus Axenzylindern von Zellen der Hirnrinde hervorgegangen, wenden sich sämtliche absteigenden Leitungsbahnen peripheriewärts, indem sie den Hirnstamm und das Rückenmark mit den zentrifugal-motorischen Hirnnerven- bezw. den vorderen Rückenmarkswurzeln verlassen. Eine Ausnahme bilden nur die absteigenden Fasern der hinteren Wurzeln und der sensiblen Hirnnerven.

Zu den gegenwärtig bestgekannten Systemen dieser Art gehört die Pyramidenbahn.

Die Pyramidenbahn (Fig. 263) beginnt beim Menschen und bei den Affen im Bereich der vorderen Zentralwindung und im Wurzelgebiet der ersten und zweiten Stirnwindung, in den Riesenpyramidenzellen, deren Neuriten nach Aufnahme von Markscheiden mit dem Stabkranz zur Gegend des mittleren Drittels vom hinteren Schenkel der Capsula interna hinabsteigen. Sodann treten die Pyramidenfasern in den Fuß des Hirnschenkels, dessen zweites bis viertes Fünftel sie auf Querschnitten einnehmen, durchsetzen weiterhin den ventralen Teil der

[1]) Außer den vorhin aufgeführten Faserarten enthält der Bulbus olfactorius centrifugal gerichtete Fasern. Diese verästeln sich frei in der Körnerschicht, welche dicht hinter der Mitralzellenschicht gelegen, besondere neuritenlose Zellen enthält, aber auch sog. Golgische Zellen mit kurzem reichverzweigten Neuriten aufweist.

Brücke, wo sie zum Teil von den queren Brückenfasern zerklüftet werden, und wenden sich schließlich zur Pyramide der entsprechenden Seite, wo sie eine teilweise Durchkreuzung ihrer Elemente erfahren. Fig. 264.

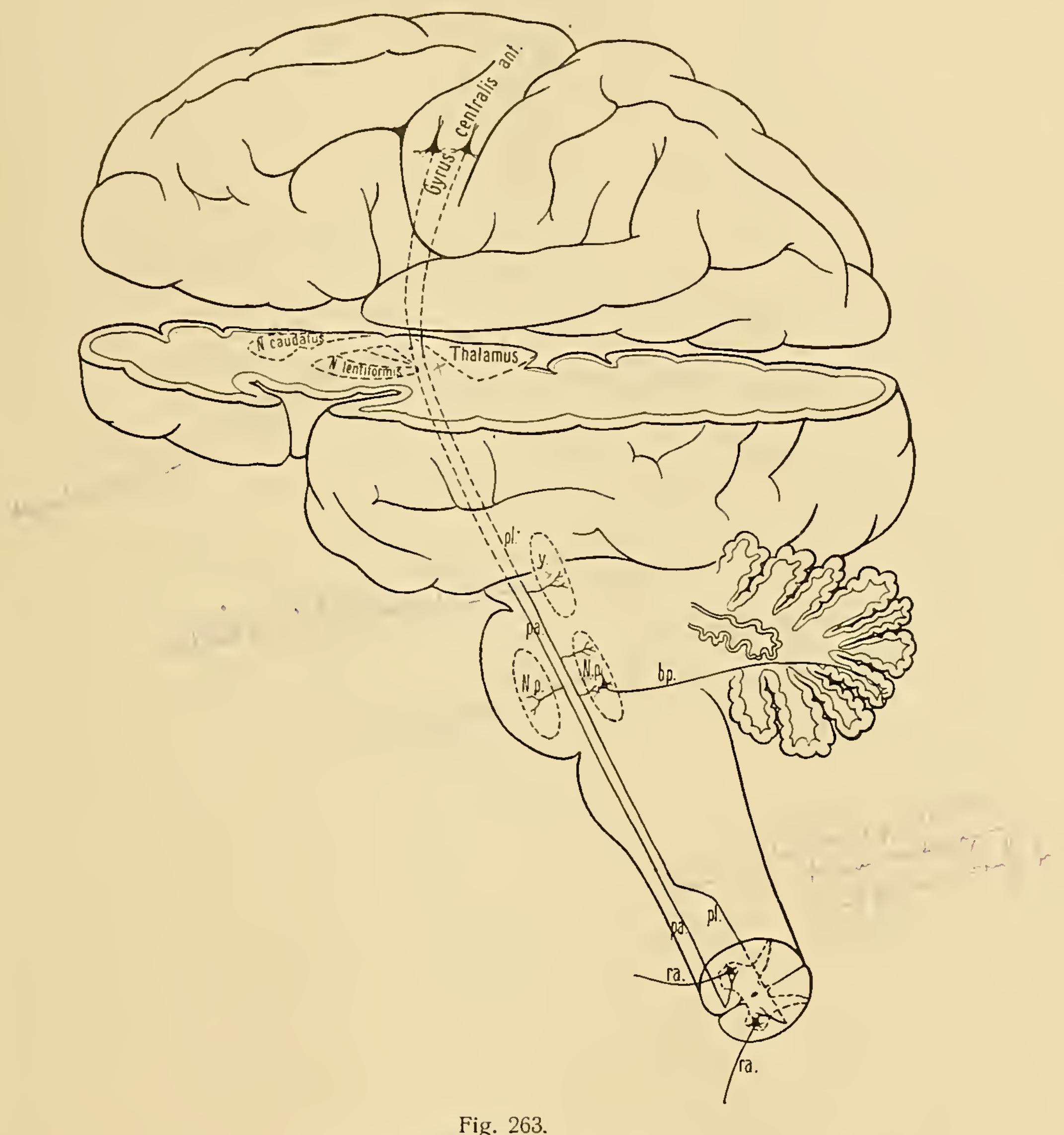


Fig. 263.

Verlauf der Pyramidenbahn. (Nach Bechterew.)

bp Fasern aus den Nuclei pontis durch Vermittlung der Brachia pontis zum Kleinhirn verlaufend; *Np* Nuclei pontis; *pa* Fasciculus cerebrospinalis ant. (pyramidalis ant.); *pl* Fasciculus cerebrospinalis lat. (pyramidalis lat.); *ra* Fila radicularia antt.; *y* Substantia nigra.

Der größere gekreuzte Teil der Pyramidenbahnfaserung steigt im hinteren (dorsalen) Teil des Seitenstranges abwärts als Pyramidenseitenstrangbahn, Fasc. cerebrospinalis lat., die übrigens auch eine geringe Anzahl ungekreuzter Elemente führt. Der kleinere, zunächst nicht kreuzende Teil der Pyramidenfaserung zieht im medialen Abschnitt des Vorderstranges abwärts als Pyramidenvorderstrangbahn, Fasc. cerebrospinalis ant. Die laterale Pyramidenbahn kann bis in

die kaudalen Abschnitte des Rückenmarkes, bezw. in das Sakralmark hinein verfolgt werden. Die ventrale Pyramidenbahn ist von geringerer Ausdehnung und verliert

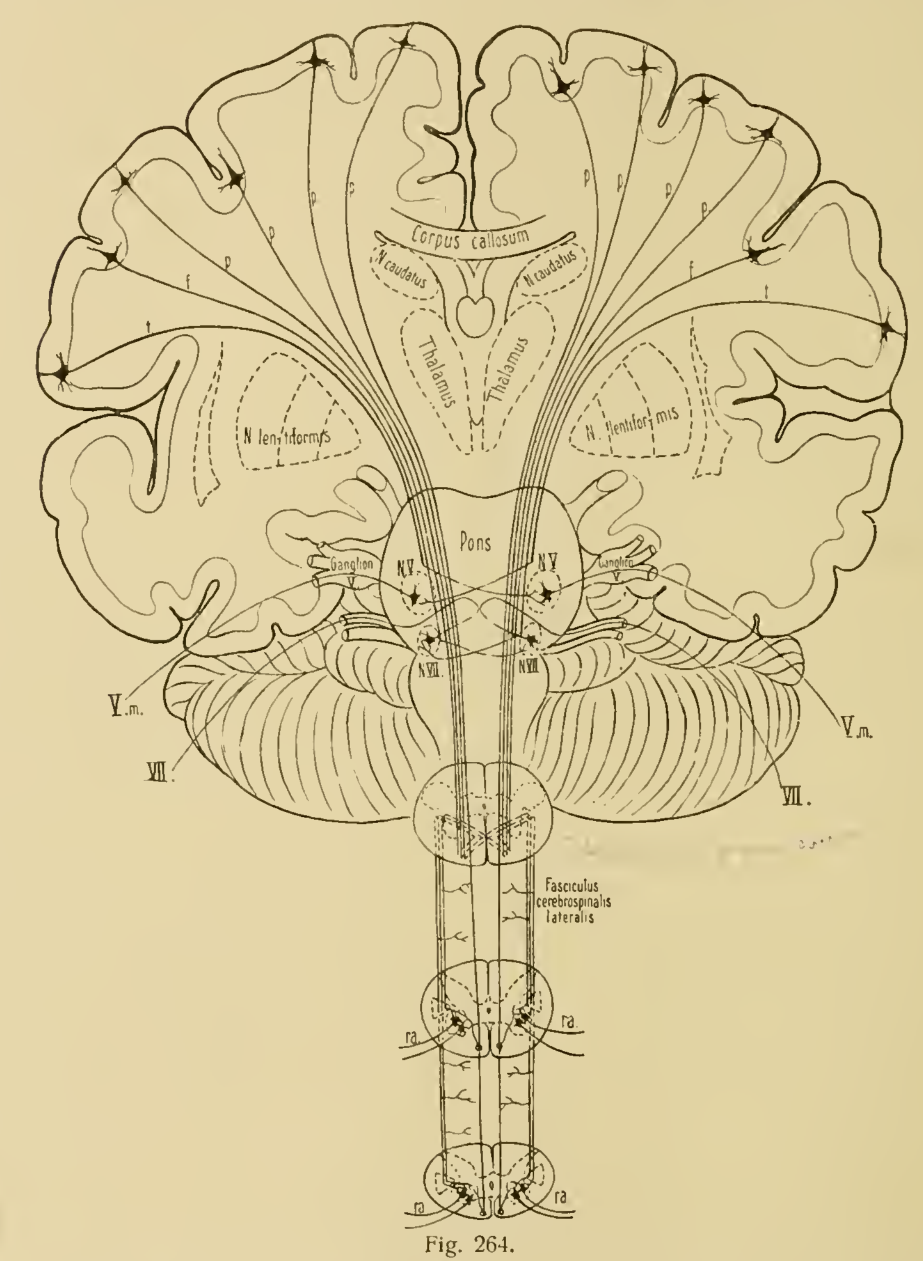


Fig. 264.

Verlauf der Pyramidenbahnen und der zentralen Bahnen des motorischen Trigeminusteils und des Facialis.
(Nach Bechterew.)

Vm motorischer Teil des Nervus trigeminus; *VII* Fila radicularia nervi facialis; *f* zentrale Facialisleitung; *N. Vt* Nucleus motorius nervi trigemini; *N. VII* Nucleus nervi facialis; *p* Fasern der Pyramidenbahn (Fasc. cerebrospinalis lat. et ant.); *ra* Fila radicularia antt.; *t* zentrale Bahn des motorischen Trigeminusteils.

sich bereits in der Gegend der oberen Rückenmarkshälfte; ihre Länge und Stärke ist beim Menschen außerordentlichen Schwankungen unterworfen, bei den Tieren tritt sie im allgemeinen wenig hervor und kann hier fehlen.

Die Endfasern beider Pyramidenbahnen gelangen zu Ganglienzellen der Vordersäule, und zwar überwiegend zu solchen der Vordersäule der gleichen Seite, und gewinnen Kontaktbeziehungen zu diesen Zellen.

Während ihres Verlaufes entwickeln die Pyramidenbahnen kollaterale Fasern (Fig. 263). Ein stärkeres Bündel solcher Kollateralen wendet sich zu den Brückenkernen; ein weiteres solches Bündel geht zu der Substantia nigra; jedoch treten auch im Rückenmark eine Anzahl Kollateralen von der Pyramidenbahn ab, die an Vordersäulenzellen herantreten (Fig. 264). Die Ganglienzellen der Vordersäulen entsenden ihrerseits Axenzylinder, die in vordere Wurzeln und späterhin in gemischte Nervenstämme übergehen, um schließlich für die Muskulatur des Rumpfes und der Extremitäten Verwendung zu finden.

Ein aus dem hinteren Abschnitt der mittleren Stirnwindung hervorgehender Anteil der Pyramidenbahn wird zum System des Nervus phrenicus. Im Stabkranz abwärts ziehend, verlaufen die Fasern dieses Systems durch den vorderen Schenkel der inneren Kapsel nahe dem Knie, durchsetzen dann den Hirnschenkelfuß und erreichen unter partieller Kreuzung das verlängerte Mark. — Der weitere Verlauf dieses Systems ist unbekannt, er konnte nur physiologisch verfolgt werden auf Grund des bei seiner Reizung auftretenden inspiratorischen Effektes. Wahrscheinlich gelangen seine Fasern im verlängerten Mark zu dem Respirationskern (Fig. 265) und begeben sich dann abwärts in das Halsmark, wo sie sich im ventralen Abschnitt des Seitenstranges in der Nähe der Vordersäule liegen und schließlich nach partieller Kreuzung in die Phrenicuskerne des 4. und 5. Cervikalsegmentes hineintreten. Die Axenzylinder der Vordersäulenzellen, die diesen Kernen entsprechen, verlaufen als Nervus phrenicus mit den vorderen Wurzeln peripheriewärts.

Ein anderer Teil der Pyramidenfasern, aus der Gegend des hinteren Abschnittes der oberen Stirnwindung hervorgehend (Fig. 266c), begibt sich in Gesellschaft der übrigen Pyramidenbündel abwärts, gelangt im kaudalen Teil des verlängerten Markes und im Halsmark zu einer besonderen dorso-lateralen Gruppe von Vordersäulenzellen, die als Nucleus nervi accessorii bekannt sind. Fortgesetzt werden diese Fasern, die als Accessoriussystem bezeichnet werden können, durch die Wurzeln des Nervus accessorius, die vom Kern dorsalwärts verlaufen, sich darauf durch den Seitenstrang lateralwärts wenden unter vorübergehender Annahme einer vertikal aufsteigenden Richtung, und schließlich in den Nervus accessorius zur Versorgung der Mm. trapezius und sternocleidomastoideus eintreten.

Im unteren Gebiet des Gyrus centralis anterior beginnt das Facialis-System (Fig. 264, 266). Es zieht innerhalb des Stabkranzes abwärts, durchsetzt den hinteren Schenkel der Capsula interna in dessen vorderem Teil und lagert sich innerhalb des Hirnschenkelfußes in unmittelbarer Nähe der Pyramidenbahn. Mit der Pyramidenbahn verlaufen die Fasern des Facialis-Systems in den basalen Teilen der Brücke, kreuzen sich sodann im unteren Brückengebiet und gelangen schließlich zu den Facialiskernen. Die von letzteren abgegebenen Axenzylinder verlaufen nach Aufnahme von Markscheiden in dorso-medialer Richtung, bilden rostral vom Abducenskern ein Knie und treten dann als Facialiswurzeln aus.

Abwärts von dem Facialis-System entspringt aus Zellen des unteren Teiles der vorderen Zentralwindung das absteigende Trigeminus-System (Fig. 264, 266). Gleich dem vorigen System verläuft es mit dem Stabkranz durch die innere Kapsel, den Hirnschenkel und die Brücke. Entsprechend dem kaudalen Abschnitt

des unteren Vierhügels wenden sich diese Trigeminusfasern von der Pyramidenbahn allmählich dorsalwärts und gelangen unter teilweiser Kreuzung in der Raphe zu den motorischen Trigeminuskernen im lateralen Teil der Brückenhaube.

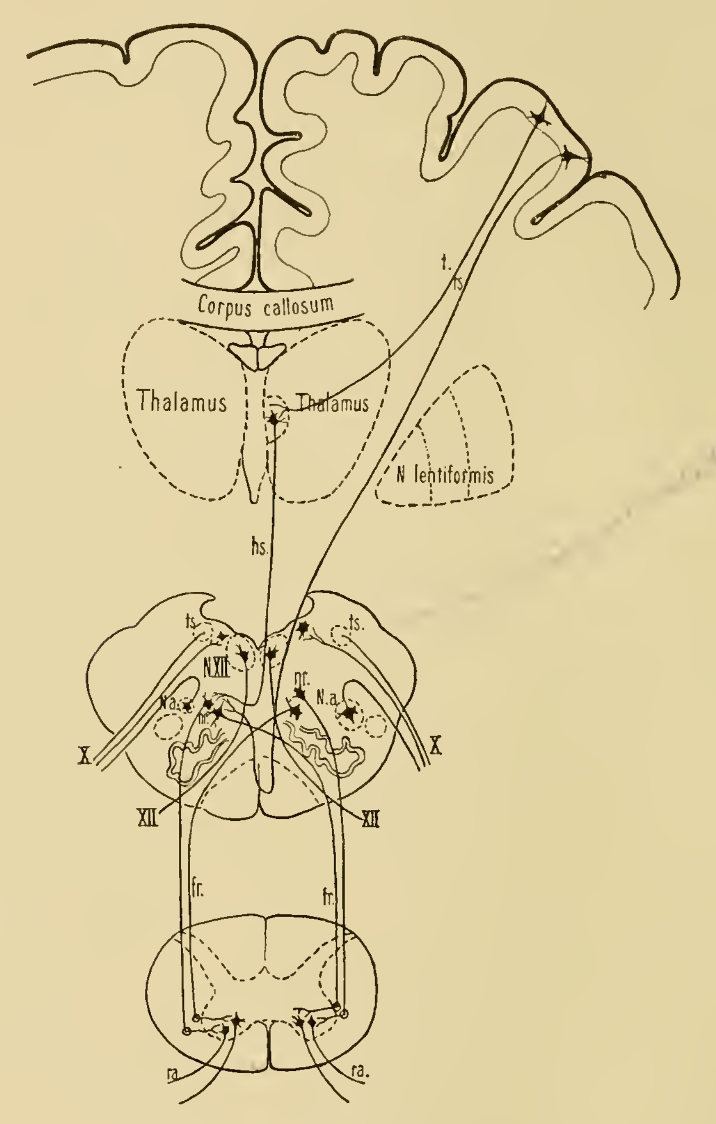


Fig. 265.

Die Atmungsleitung. (Nach Bechterew.

X Fila radicularia nervi vagi; *XII* Fila radicularia nervi hypoglossi; *fr* spinale absteigende Atmungsbahn; *fs* und *hs* Bahn für psychoreflektorisches Atmen; *N.XII* Nucleus nervi hypoglossi; *Na* Nucleus ambiguus; *nr* Nucleus respiratorius; *ra* Fila radicularia antt.; *rs* Bahn für die willkürlichen Atmungsbewegungen; *t* Bahn für psychoreflektorisches Atmen; *ts* Tractus solitarius.

Die aus Zellen dieser Kerne hervorgegangenen Axenzylinder erzeugen nach Aufnahme von Markscheiden die motorische Trigeminuswurzel.

Ergänzt wird das absteigende Trigeminus-System durch Bahnen, die zu dem sogen. accessorischen Trigeminuskern verlaufen, einer Anhäufung rundlicher Nervenzellen, die am Außenrande der zentralen grauen Substanz im Bereiche des

Vierhügels und der oberen Brückengegend vorhanden ist, und den Elementen des Locus caeruleus unmittelbar angrenzt. Der Verlauf des zentralen Neurons dieses Fasersystemes ist nicht endgültig festgestellt; es gestaltet sich höchstwahrscheinlich so, daß die hinzugehörigen Fasern aus der Hirnrinde im Stabkranz abwärts ziehen, nach Durchsetzung der Capsula interna zur Haube verlaufen und dicht lateral von der grauen Substanz als besonderes Bündel sich lagern, das auf Querschnitten die Gestalt eines bis an die Zellen des erwähnten Kernes sich fortsetzenden Halbmondes zeigt. Das periphere Neuron dieses Fasersystems wird gebildet durch die Radix mesencephalica n. trigemini (siehe S. 300).

Ein weiteres wichtiges Augen-Fasersystem entspringt aus Zellen des hinteren Abschnittes der mittleren Stirnwindung in Gestalt von Axenzylindern, die nach Annahme von Markscheiden im Stabkranz herabsteigen und die Capsula interna in der Nähe ihres Knies durchsetzen. Aus den hierher gehörigen Fasern entwickeln sich zwei Bündel (Fig. 266). Das eine verläuft mit der Pyramidenbahn und geht im Bereiche der Brücke in die Haube über, kreuzt in der Raphe und wendet sich zu dem Kern des Nervus abducens der anderen Seite, der durch Fasern des hinteren Längsbündels mit dem für den Musculus rectus medialis bestimmten Oculomotoriuskern in Verbindung steht. Der zweite Faserzug trennt sich von dem vorigen, wie es scheint, schon in der Gegend zwischen oberem Vierhügel und hinterem Teil des Thalamus; er gelangt zur Haube, geht teilweise auf die andere Seite und begibt sich auf noch unbekannten Wegen zu den übrigen Kernen des Oculomotorius der entgegengesetzten und zu dem des Trochlearis der gleichen Seite.

Die Zellen des Abducenskerns, sowie diejenigen des Oculomotorius- und Trochleariskerns entsenden Axenzylinder. Die vom Abducenskern verlaufen ungekreuzt ventralwärts und verlassen als Abducenswurzeln (zur Innervation der Mm. recti laterales) zwischen verlängertem Mark und Brücke das Gehirn.

Die Axenzylinder des Trochleariskerns ziehen dorsalwärts, kreuzen sich vollständig im Gebiete des Velum medullare ant. und treten unterhalb der Vierhügelplatte aus.

Die Axenzylinder der Oculomotoriuskerne endlich ziehen größtenteils ventralwärts und ungekreuzt; andere, und zwar diejenigen des hinteren Teiles des Hauptkerns, kreuzen sich dorsal von den Kernen. Beide sammeln sich zu Bündeln, die zum großen Teil in lateral-konvexen Bogen zum Sulcus nervi oculomotorii verlaufen und dort austreten.

Das System des Nervus hypoglossus (Fig. 266) entsteht aus Axenzylindern von Zellen des unteren Abschnittes der vorderen Zentralwindung (abwärts vom Facialisgebiet). Seine Fasern gelangen zum Stabkranz, durchsetzen den vorderen, dem Knie angrenzenden Teil des hinteren Schenkels der Capsula interna und erreichen den Hirnschenkelfuß und die Brücke, wo sie dicht neben dem Facialis-System liegen. In der Pyramide verlaufen sie bis zur Höhe der Hypoglossuskerne, treten dann aus der Pyramide dorsalwärts hinaus, kreuzen sich zum größten Teil in der Raphe und begeben sich zu den Hypoglossuskernen, mit deren Zellen ihre Endaufzweigungen in Kontakt treten.

Aus diesen Zellen hervorgehende Axenzylinder bilden die Hypoglossuswurzeln.

Die Systeme des Glossopharyngeus und Vagus entwickeln sich aus

Axenzylindern der alleruntersten Felder des Gyrus centralis anterior (hinter der Wurzel der unteren Stirnwindung). Sie steigen im Stabkranz abwärts, durchsetzen die Capsula interna in der Nähe ihres Knies und verlaufen in der Basis pedunculi cerebri in Gesellschaft der Pyramidenbahn. Im verlängerten Mark kreuzen sie

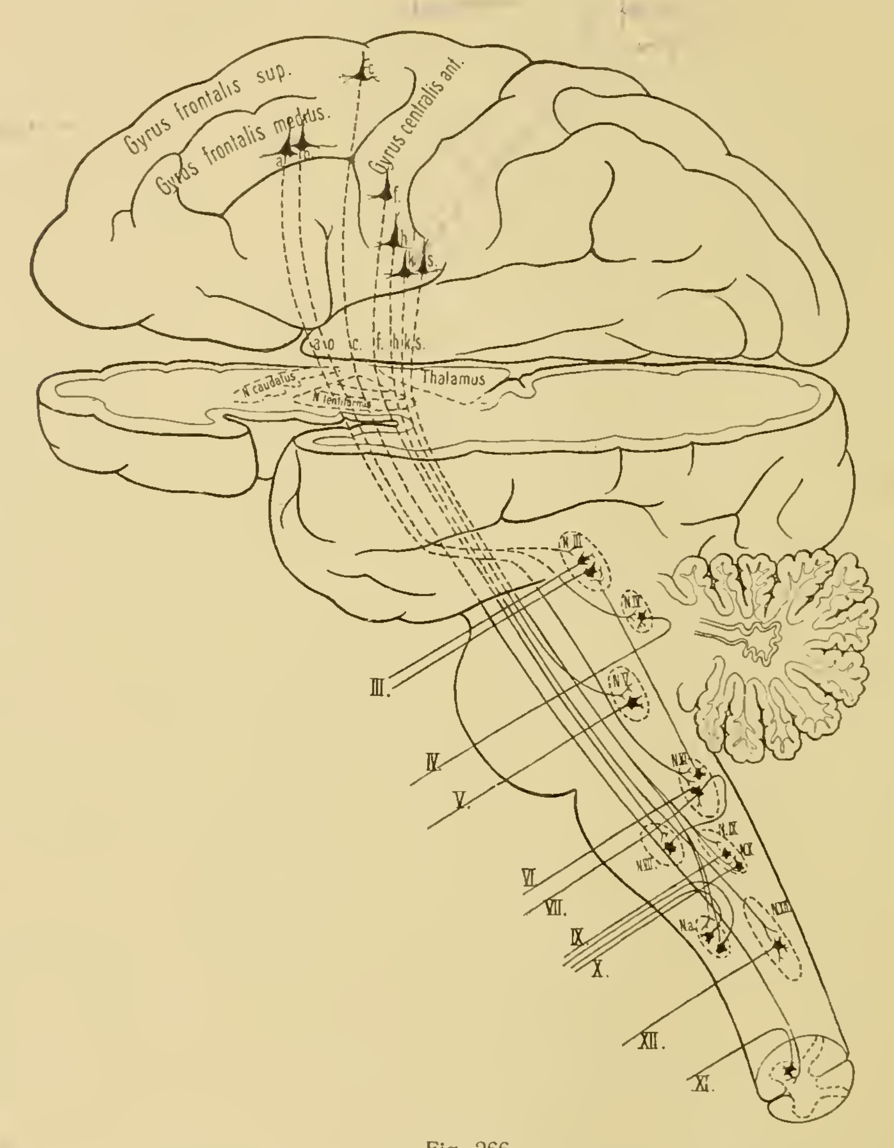


Fig. 266.

Zentrale Bahnen der motorischen Gehirnnerven. (Nach Bechterew.)

a, o Rindenzentren und Fasern für Oculomotorius und Abducens; *c* Rindenzentrum und Fasern für Accessorius; *f, h, k, s* Rindenzentren und Fasern für Antlitz (Facialis), Zungenbewegungen (Hypoglossus), Kaubewegungen (Trigeminus), Schlucken (Glossopharyngeus und Vagus); *N.III, N.IV* usw. die Kerne der motorischen Hirnnerven; *III, IV* usw. die Wurzeln der motorischen Hirnnerven.

sich teilweise in der Raphe und begeben sich einerseits zu dem dorsalen kleinzelligen Vago-glossopharyngeuskern, andererseits zu dem Nucleus ambiguus.

Die aus den oberen Teilen des erstgenannten Kernes hervorgehenden Axenzylinder verlaufen unter dem Ventrikelboden lateralwärts und verlassen den Seiten-

teil des verlängerten Markes in Gestalt einzelner Bündel, die schließlich den Stamm des Nervus glossopharyngeus ausmachen. Einige Fasern ziehen medianwärts und gehen nach Überschreitung der Raphe in Wurzeln des Glossopharyngeus der anderen Seite über. Die aus den rostralen Teilen des Nucleus ambiguus hervorgehenden Axenzylinder verlaufen anfangs dorsalwärts und wenden sich nach Erreichung des Grau vom Boden des IV. Ventrikels lateralwärts zu den vorgenannten Glossopharyngeuswurzeln (für den M. stylopharyngeus).

Die Wurzelfasern des Nervus vagus entwickeln sich als Axenzylinder der kaudalen Teile beider Kerne und schlagen eine den vorigen Faserzügen sehr ähnliche Bahn ein. Sie liegen während ihres ganzen cerebralen Verlaufes kaudal von den Glossopharyngeuswurzeln. Aus ihnen entwickelt sich der Stamm des Nervus vagus.

Ein Teil der absteigenden Fasern der Hirnnerven begibt sich im unteren Abschnitt des Hirnschenkels zur Schleife als mediale und zerstreute accessorische Schleifenbündel und erreichen so ihre Endkerne. Welche cerebrale Verbindungen der Gehirnnerven mit der Schleife zu den entsprechenden Nervenkernen gelangen, ist noch unbekannt; ein Teil der cerebralen Fasern des Vagus und Glossopharyngeus dürfte wohl im Wege der Schleife zum verlängerten Mark hinabziehen.

Zu den absteigenden Leitungsbahnen, welche die Hirnrinde unmittelbar mit motorischen Hirnnervenkernen und mit dem Rückenmark verbinden, tritt eine Reihe von Bahnen hinzu, die in subkortikalen Ganglien und in bestimmten Kernen des Hirnstammes unterbrochen werden. Fig. 267.

In erster Linie gehören hierher Leitungen, die aus der zentralen motorischen Rindenzone hervorgehen und im Stabkranz zum medialen Kern des Thalamus hinabsteigen. Fasern, die aus Zellen dieses Kerns entstehen, erreichen den roten Haubenkern der gleichen Seite (zum Teil auch den der anderen Seite), und aus diesem gehen neue absteigende Fasern hervor, die in der basalen Forelschen Kreuzung die Mittellinie überschreiten und weiterhin als Monakowsches Bündel, Tractus rubrospinalis, längs der Seitenfläche des verlängerten Markes abwärts ziehen. Auf dem Wege dahin gibt dieses System einen bestimmten Faseranteil an den Facialis- und Trigeminuskern ab und geht in den Seitenstrang des Rückenmarkes über. Hier liegt es in ganzer Ausdehnung bis in das Sakralmark hinab ventral von der Pyramidenbahn (Fig. 252). Seine Elemente wenden sich schließlich gegen das Rückenmarksgrau und gewinnen Beziehungen zu Vordersäulenzellen, bezw. zu den Ursprungsstätten vorderer Rückenmarkswurzeln.

Eine weitere, durch den Thalamus hindurchtretende absteigende Bahn nimmt ebenfalls in der zentralen motorischen Rindenregion ihren Anfang, begibt sich im Stabkranze abwärts und erreicht den medialen Kern des Sehhügels. Aus Zellen dieses Kerns geht dann ein von Bechterew aufgefundener Faserzug hervor, der, medial neben den Fasern des Fasciculus retroflexus verlaufend, sich lateral dem hinteren Längsbündel anlagert, im Vierhügelgebiet ventrolaterale Richtung einschlägt, allmählich der Mittellinie näher rückt und den von Bechterew beschriebenen Nucleus reticularis der Brückenhaube erreicht. Seinerseits entsendet dieser Kern absteigende Faserzüge zu den Vorder-Seitenstranggrundbündeln (Fasc. ant. et lat. proprius) und von hier zu Zellen der Vordersäule bezw. zu den Ursprungsgebieten der vorderen Rückenmarkswurzeln.

Eine dritte Thalamusbahn, aus der zentralen motorischen Rindenzone hervorgehend und im Stabkranze abwärts verlaufend, erreicht gleichfalls den medialen

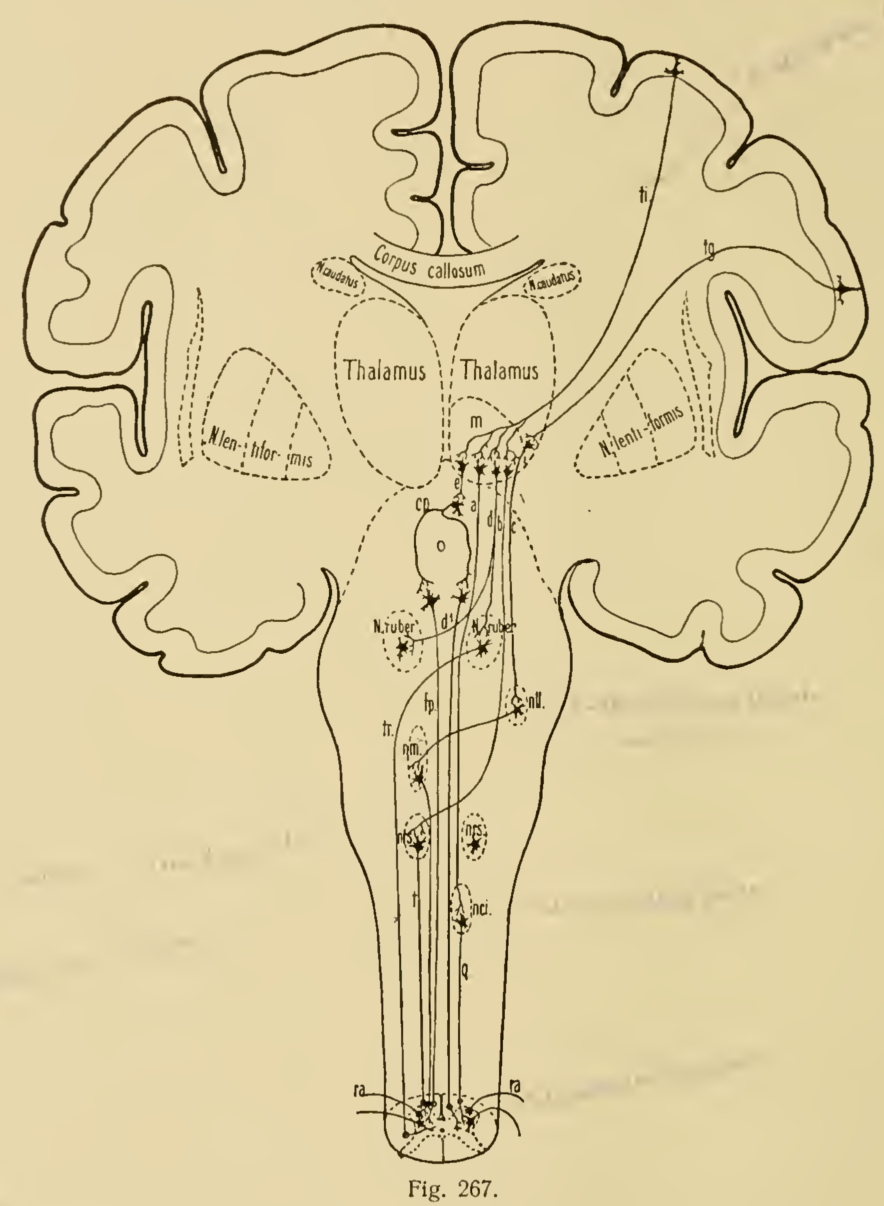


Fig. 267.

Absteigende Bahnen, welche durch den Thalamus treten. (Nach Skizzen von Bechterew.)

a Fasern, die vom Thalamus längs der Raphe abwärts verlaufen; *b* Fasern vom Thalamus zum Nucleus reticularis tegmenti; *c* Fasern vom Thalamus zum Nucleus lemnisci lat.; *cp* Fasern der Commissura post.; *d*, *d'* Fasern vom Thalamus zum Nucleus ruber der gleichen und der entgegengesetzten Seite; *e* Fasern vom Thalamus zum Stratum superficiale des oberen Vierhügels; *fp* absteigende Fasern des hinteren Längsbündels (Fasc. longitudinalis medialis); *m* Nucleus medialis thalami; *nci* Substantia reticularis grisea; *nll* Nucleus lemnisci lateralis; *nm* Nucleus medianus; *nrs* Nucleus reticularis tegmenti; *q* weiterer Verlauf der Bahn *a*; *ra* Fila radicularia ant.; *t* Fasern vom N. reticularis zum Rückenmark; *ti* kortiko-thalamische Fasern zum Nucleus medialis thalami; *tg* kortiko-thalamische Fasern aus dem kortikalen Stimmzentrum; *tr* Tractus rubrospinalis (Monakow).

Sehhügelkern. Ein hier entspringender, in Bechterews Institut (von Dr. Ernst) näher verfolgter Faserzug verläuft anfangs (zwischen Thalamus und Vierhügeln)

ventromedial vom hinteren Längsbündel und nimmt dann dorsal vom Fasciculus retroflexus Platz. In Höhe des Nucleus ruber findet er sich ventral von der Fontänenkreuzung und medial von den Oculomotoriuswurzeln; in der Brückengegend rückt er in die Nähe der Raphe, berührt mit seinen ventralen Bündeln den dorsomedialen Rand des Lemniscus medialis, erreicht jedoch dorsal nicht das hintere Längsbündel. Im weiteren Verlauf dauernd der Raphe folgend, erschöpft sich der Faserzug gegen das verlängerte Mark hin und hört im Bereiche des unteren Zentralkerns vollends auf. Seine kaudale Bahn ist zwar nicht näher ermittelt, aber es ist wohl nicht zu bezweifeln, daß seine Elemente zu Zellen der Formatio reticularis medullae oblongatae in Beziehung treten. Neue Fasern, die hier entstehen, ziehen wahrscheinlich im Grundbündel des Vorder-Seitenstranges (Fasciculus ant. et lat. proprius) des Rückenmarkes abwärts und gelangen zu Zellen der Vordersäule bezw. zu Ursprungszellen vorderer Rückenmarkswurzeln.

Ein weiteres absteigendes Fasersystem entwickelt sich aus der Großhirnrinde dicht hinter der unteren Stirnwindung am Orte des Stimmzentrums (Fig. 267). Es verläuft im Stabkranz zur Gegend des Thalamus bezw. zur Nachbarschaft des Corpus geniculatum mediale, wo es wahrscheinlich zu den hier vorhandenen Nervenzellen in Kontaktbeziehungen tritt. Hier entstehende neue Faserzüge verlaufen im Brachium quadrigeminum inf. zur Gegend des unteren Vierhügels, wo sie den Kern der lateralen Schleife erreichen, wenden sich dann medianwärts und gelangen unter partieller Kreuzung zum Nucleus centralis superior bezw. medialis. Absteigende Fasern laufen von hier, wie man voraussetzen kann, in der Formatio reticularis zu den laryngealen Kernen des Vagus und zum Respirations-Zentrum, das seinerseits mit den Phrenicuskernen des Halsmarkes in Verbindung steht. Die Wurzeln der genannten Nerven bilden demgemäß das peripherische Neuron dieses Fasersystems.

Als ein kleines Fasersystem erscheinen die Bündel, die vom Thalamus zum oberflächlichen Grau des oberen Vierhügels gehen.

Ein absteigender Zug geht vom Thalamus durch den Bindearm zum Kleinhirn (s. unten).

Unter den Fasersystemen, die durch den oberen Vierhügel hindurchgehen, erwähnen wir zuerst die Züge aus den Zentralwindungen. Sie begeben sich im Stabkranz zur Capsula interna, gehen dann zum äußeren Felde des Hirnschenkels und erreichen schließlich das vordere Vierhügelganglion, zu dessen Zellen sie in Beziehung treten. Hier entspringende weitere Züge umgeben fächerförmig das zentrale Grau des oberen Vierhügels, lagern sich nach Erzeugung der Meynertschen Kreuzung ventral vom hinteren Längsbündel, dem sie sich (Fasciculus praedorsalis) teilweise hinzugesellen, und gelangen so zum verlängerten Mark, um darauf zum größten Teil spinalwärts zu ziehen.

Fortgesetzt wird dieses Fasersystem, dessen Elemente wahrscheinlich mit motorischen Zellen der Formatio reticularis Kontaktbeziehungen unterhalten, durch absteigende Bahnen der medioventralen Vorderstrangfelder. Hier liegt dieses System unmittelbar vor den Fasern des hinteren Längsbündels. Seine Fasern erreichen schließlich die Vordersäule und ziehen mit den vorderen Wurzeln weiter. Unterwegs werden überallhin Kollateralen zum hinteren Längsbündel und zu einigen Hirnnervenkernen (Trigeminus) abgegeben.

Im Bereich der Augenzentren des Scheitellappens entstehende Faserzüge

begeben sich im Stabkranz zur Capsula interna und erreichen den oberen Vierhügel. Ihre Fortsetzung bilden, wie aus physiologischen Untersuchungen sich ergibt, Fasern, die aus Zellen des oberen Vierhügels hervorgehen und teils dorsal

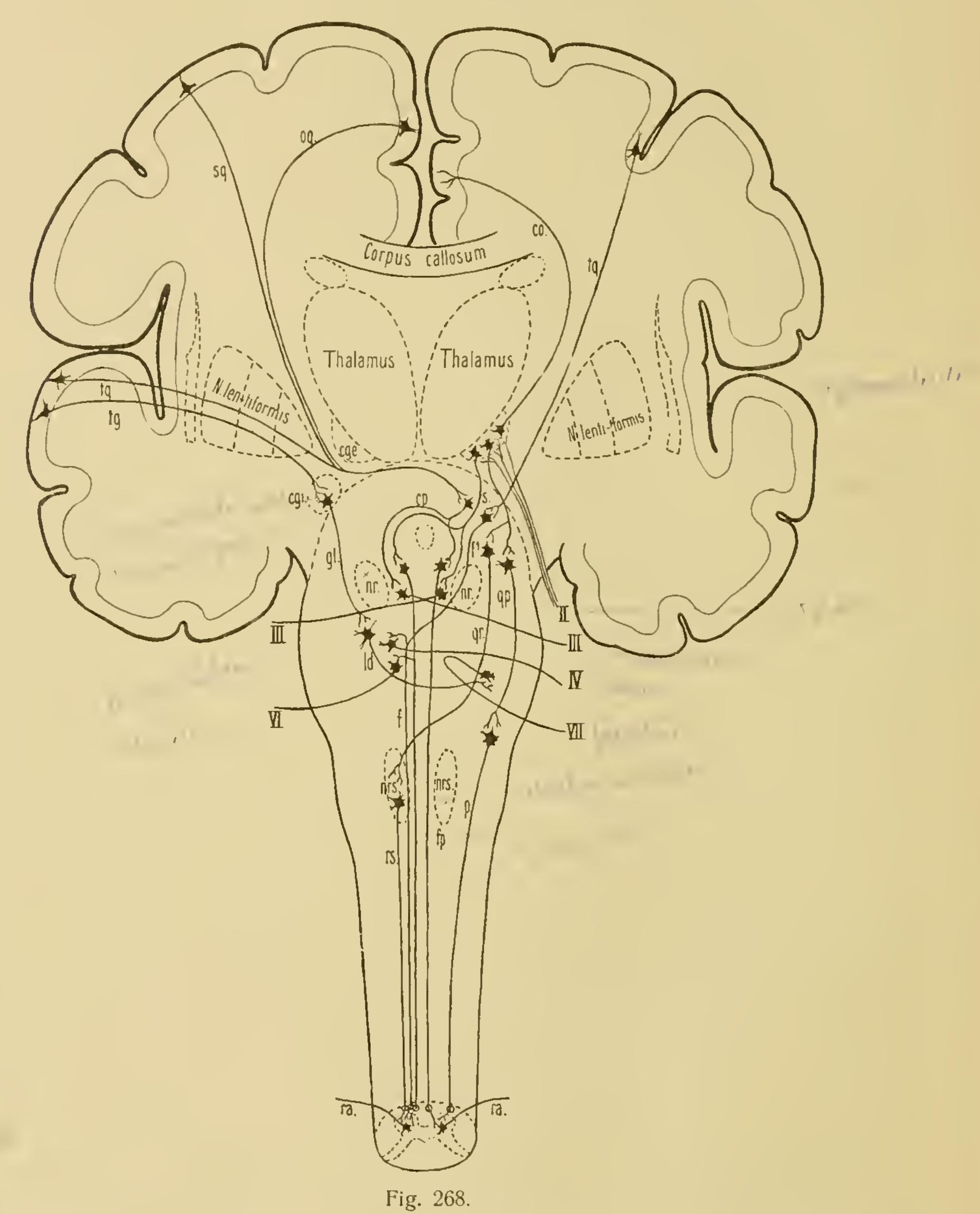


Fig. 268.

Absteigende Rindenbahnen, welche durch den oberen Vierhügel durchtreten. (Nach Skizzen von Bechterew.) *II* Opticus; *III* Oculomotorius; *IV* Trochlearis; *VI* Abducens; *VII* Facialis; *cge* Corpus geniculatum laterale; *cgi* Corpus geniculatum mediale; *co* Sehbahn vom Corpus geniculatum lat. zur Rinde des Occipitallappens; *cp* Commissura post.; *f*[1] *f* Fasciculus praedorsalis; *fp* Fasciculus longitudinalis medialis; *gl* Fasern aus dem Corpus geniculatum mediale zum Nucleus lemnisci lat.; *ld* deren weitere Bahn durch die Raphe zum Facialiskern (?); *nr* Nucleus ruber; *nrs* Nucleus reticularis; *oq* Fasern aus der Occipitalregion zur Commissura post.; *qp* Vierhügelbrückenbahn; *p* Brückenbahn zum Rückenmark, Fortsetzung von *qp*; *qr* Tractus tecto-bulbaris; *ra* Fila radicularia antt.; *rs* Bahnen aus dem Nucleus reticularis zum Rückenmark; *s* Fasern aus dem Corpus geniculatum laterale; *sq* Fasern aus der Parietalrinde zur Commissura posterior; *tq* Fasern aus der Temporalrinde zur Commissura post.; *tg* Fasern aus der Temporalrinde zum Corpus geniculatum mediale.

vom Aquaeductus Sylvii sich kreuzen, teils direkt in das hintere Längsbündel eingehen. Sie gelangen so zu den Augenmuskelkernen (Abducens, Oculomotorius, Trochlearis). Die Wurzeln der Augenmuskelnerven stellen ihre weitere Bahn dar.

Ein ausgedehntes Fasersystem entsteht im Occipitallappen der Großhirnrinde, am Orte der occipitalen Sehzentren. Mit der Gratioletschen Sehstrahlung abwärtsziehend, gelangen sie zur Gegend des oberen Vierhügels, wo weitere Fortsetzungen hervorgehen, die in der hinteren Kommissur über dem Aquaeductus Sylvii sich partiell kreuzen; dann gehen sie in den Fasciculus longitudinalis medialis über und erreichen so die Kerne der Augenmuskelnerven, die die weitere Leitung der Bahn übernehmen.

Ein drittes ähnlich sich verhaltendes Fasersystem kommt aus den hinteren Abschnitten des Schläfenlappens (Gebiet des temporalen Augenzentrums). Im Stabkranze herabsteigend gehen seine Fasern ebenfalls in die Gegend des oberen Vierhügels und in die Commissura posterior über, wo sie sich kreuzen und darauf zum hinteren Längsbündel und zu den Kernen der Augenmuskelnerven gelangen, denen die weitere Fortleitung des Fasersystems zufällt.

Als besonderer, durch den oberen Vierhügel durchtretender Faserzug ist der Tractus tecto-bulbaris (Münzer) zu nennen. Aus Zellen des oberen Vierhügels hervorgegangen, verläuft er an der entsprechenden Seite des Hirnschenkels bis zur unteren Brückengegend und verliert sich hier, da seine Fasern wahrscheinlich Zellen des Nucleus reticularis aufsuchen. Ein ganz ähnlicher Faserzug begibt sich vom oberflächlichen Grau des oberen Vierhügels abwärts zur Brückengegend (Pawlow). Es handelt sich wohl um lokale Verbindungswege im Bereich des Hirnstammes.

Absteigende Fasern der oberen Schläfenlappengebiete (Gegend des Gehörzentrums) steigen im Stabkranz zur Gegend des medialen Kniehöckers herab (Ohrensystem s. Fig. 268). Ein neues hier beginnendes Neuron läuft mit dem Brachium quadrigeminum inf. zum Gebiet des unteren Vierhügels und erreicht auf vorläufig nicht näher ermittelte Weise den zur Innervation der Ohrmuskulatur in Beziehung stehenden Facialiskern. Physiologische Befunde deuten an, daß dieses System zu dem für die Ohrbewegungen bestimmten Teil des Facialiskerns gelangt.

Die Zentralwindungen entsenden Fasern, welche im Stabkranz die Richtung zum Globus pallidus des Linsenkerns (der auch einen Teil der Fasern vom Nucleus caudatus und Putamen in sich aufnimmt) einschlagen. Im Globus pallidus nimmt wiederum ein Teil der Fasern der von Bechterew aufgefundenen zentralen Haubenbahn ihren Ursprung, die in den zentralen Teilen der Haube verläuft, gegen die Medulla oblongata hin nach und nach ventrolateralwärts hinausrückt und dann lateral von der unteren Olive zu liegen kommt, wobei Beziehungen zu den Olivenzellen eingegangen werden. Fortgesetzt wird die Bahn durch den von Bechterew genauer verfolgten Fasciculus paraolivarius, der entsprechend dem Austrittsgebiete der vorderen Wurzeln im gesamten Halsmark abwärts zieht.

Aus den Zentralwindungen und anderen Gebieten der Großhirnrinde gehen Faserzüge durch den Fasciculus subcallosus (Fasciculus nuclei caudati) zur Gegend des Schweifkerns, wo sie zellulare Beziehungen anknüpfen. Vom Nucleus caudatus begibt sich andererseits der Fasciculus basalis zum dorsalen Abschnitt der Hirnschenkelbasis, bezw. zur Gegend des Corpus hypothalamicum und der Sub-

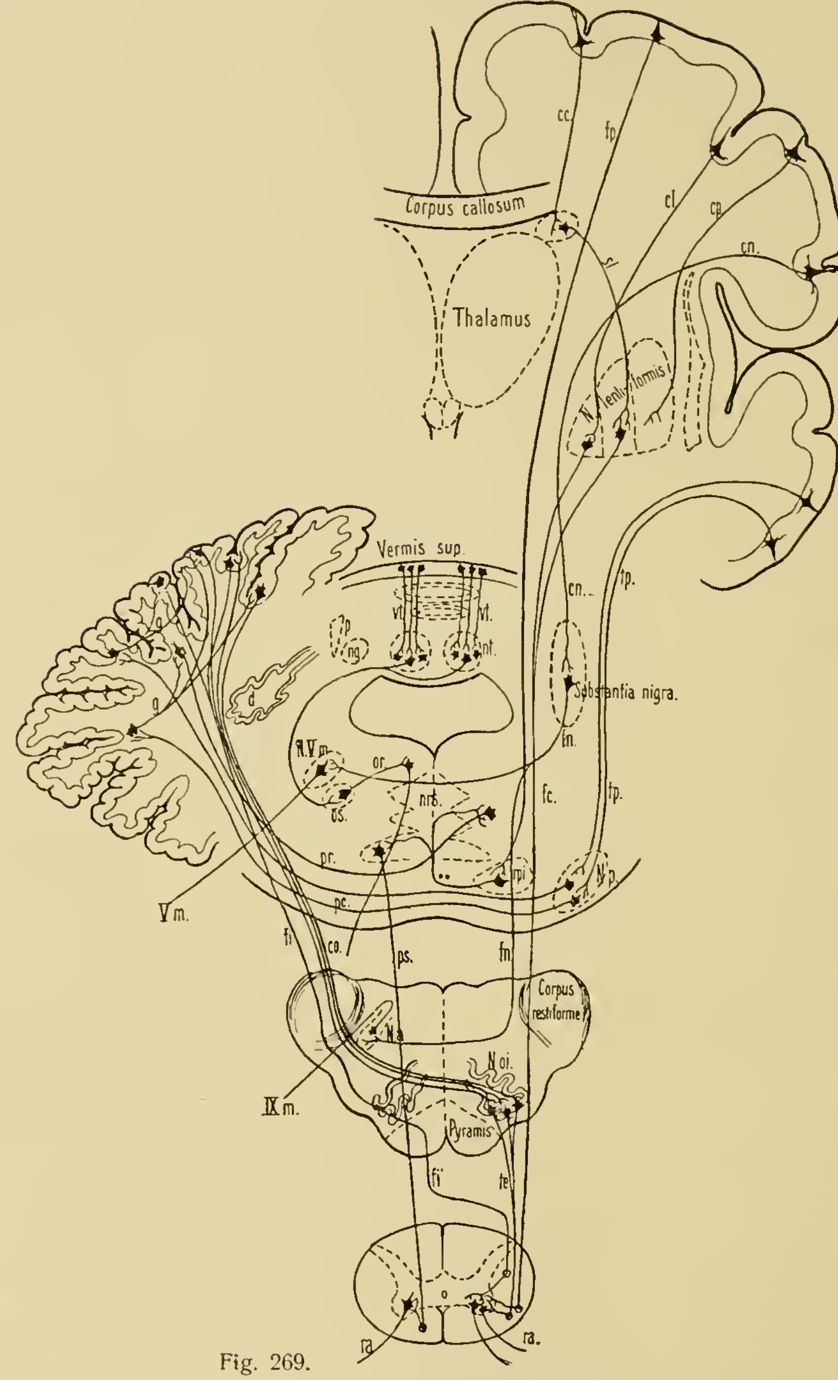


Fig. 269.

Absteigende Rindenbahnen, die durch Brücke und Kleinhirn durchtreten. (Nach Skizzen von Bechterew.) *Vm* Portio motorica nervi trigemini; *IXm* motorische Fasern des Glossopharyngeus; *cc* kortiko-striale Bahn; *cl* subkortikale Bahn des Globus pallidus; *cn* kortikale Bahn zur Substantia nigra; *co* Fibrae cerebelloolivares; *cp* subkortikale Bahn des Putamen; *d* Nucleus dentatus; *fc* zentrale Haubenbahn; *fi* Fasern des intermediären Bündels; *fn* Fasern aus der Substantia nigra zu den motorischen Kernen des Trigeminus und Glossopharyngeus; *fp* frontopontine Bahn; *g* Guirlandenfasern; *N.a* Nucleus ambiguus; *N.Vm* Nucleus motorius nervi trigemini; *ng* Nucleus globosus; *N.oi* Nucleus olivaris inf.; *N.p* lateraler Brückenkern; *nrs* Nucleus reticularis; *nt* Nucleus tegmenti; *or* Fasern aus dem Nucleus olivaris sup. zum Nucleus nervi abducentis; *os* Nucleus olivaris sup.; *p* Nucleus emboliformis; *pc* Brückenganglien-Kleinhirnbahn; *pr* Verbindung des Kleinhirns mit der Formatio reticularis; *ps* Verbindungen des Nucleus reticularis mit dem Rückenmark; *ra* Fila radicularia antt.; *rpi* medialer Brückenkern; *sl* Verbindung des Nucleus caudatus mit dem Globus pallidus; *te* olivo-spinale Fasern (Fasciculus paraolivarius nach Bechterew); *tp* occipitotemporale Brückenbahn; *vt* Bahn vom Vermis sup. zum Nucleus tegmenti.

stantia nigra. Die weiteren Bahnen dieses Fasersystemes, das zu der Formatio reticularis Beziehungen hat, sind nicht ermittelt.

In dem alleruntersten Felde der Zentralwindungen entspringt ein System von Fasern, die im Stabkranz und durch die Capsula interna zum lateralen Abschnitt der Substantia nigra hinabsteigen (Fig. 269). Ihre weiteren Anschlüsse verlaufen unter teilweiser Kreuzung zu den motorischen Kernen des Trigeminus und Glossopharyngeus, deren Wurzeln das periphere Neuron dieses Fasersystems darstellen.

Die Züge des Fornix longus (Fig. 262) kommen aus der Gegend des Gyrus fornicatus. Teils den Balken durchsetzend, teils ihn als Striae longitudinales umgehend, nähern sie sich dem Riechfelde, mit dessen Zellen sie Kontaktbeziehungen anknüpfen. Die Zellen des Riechfeldes entsenden ihrerseits Fasern der Stria medullaris, die mit Unterbrechung im Nucleus habenulae in den Habenulae weiterziehen. Sie kreuzen an der Basis der Zirbel, verlaufen darauf im ventralen Abschnitt der Commissura posterior und gelangen zu den Kernen des hinteren Längsbündels; mit den Fasern, die aus diesem Kern in den Fasciculus longitudinalis medialis hineintreten, ziehen sie zum Vorderstrang des Rückenmarkes hinab. Sie nehmen hier die dorsaleren Teile des medialen Vorderstrangrandes für sich in Anspruch.

Ihre weitere Fortsetzung ist in Wurzelfasern der Vordersäulen zu suchen. Ein Teil der hierher gehörigen Fasern gewinnt möglicherweise Beziehungen zu den Kernen der Augenmuskelnerven. Ein anderer Teil des Systems begibt sich von den Habenulakernen im Fasciculus retroflexus zu dem Ganglion interpedunculare (Gudden), vor welchem eine teilweise Kreuzung zustande kommt. Ein im Ganglion interpedunculare entspringender Faserzug läuft gegen den Boden der vierten Hirnkammer zu einem besonderen Kern daselbst (Nucleus tegmenti Gudden), und letzterer gewinnt hier wahrscheinlich Beziehungen zu motorischen Hirnnervenkernen (Glossopharyngeus, Vagus usw.), deren Elemente das periphere Neuron des Systemes sind.

Das Fasersystem der Stria terminalis ist nicht näher untersucht. Es handelt sich wahrscheinlich um eine absteigende Bahn, die auch zu dem Riechfelde in Beziehungen steht.

Im Gebiete des kortikalen Riechzentrums, bezw. in der Gegend des Gyrus piriformis, nimmt als Fimbria ein mächtiger Faserzug seinen Ursprung, der in das Gewölbe und seine Schenkel übergeht (Fig. 262). Auf dem Wege dahin begibt sich ein Teil der Fasern zur Stria medullaris und schlägt die Richtung zum Nucleus habenulae ein unter Anschluß an die vorhin geschilderten Fasersysteme. Ein anderer größerer Anteil der hierher gehörigen Fasern geht in Gesellschaft der Columnae fornicis zu dem basalen Corpus mamillare. Hier entstehen mit gemeinsamer Wurzel: 1. das Haubenbündel von Gudden, das zur Hirnschenkelhaube zieht und in den dorsalen Teilen der Formatio reticularis pontis den Guddenschen Kern erreicht, und 2. das Vicq d'Azyrsche Bündel, das nahe der Wand der dritten Gehirnkammer zum Nucleus anterior thalami hinaufsteigt. Die weiteren Anschlüsse dieser Bahnen sind noch näher zu verfolgen.

Eine ausgedehnte absteigende Bahn kommt aus der hinteren Stirnlappenregion, steigt im vorderen Schenkel der Capsula interna und im medialen Teil des Hirnschenkels abwärts und erreicht die medialen Brückenkerne (Fig. 269).

Eine zweite ähnlich angeordnete Bahn entspringt im Occipitotemporalgebiet des Endhirns. Sie zieht im Stabkranz distalwärts und gelangt am hinteren

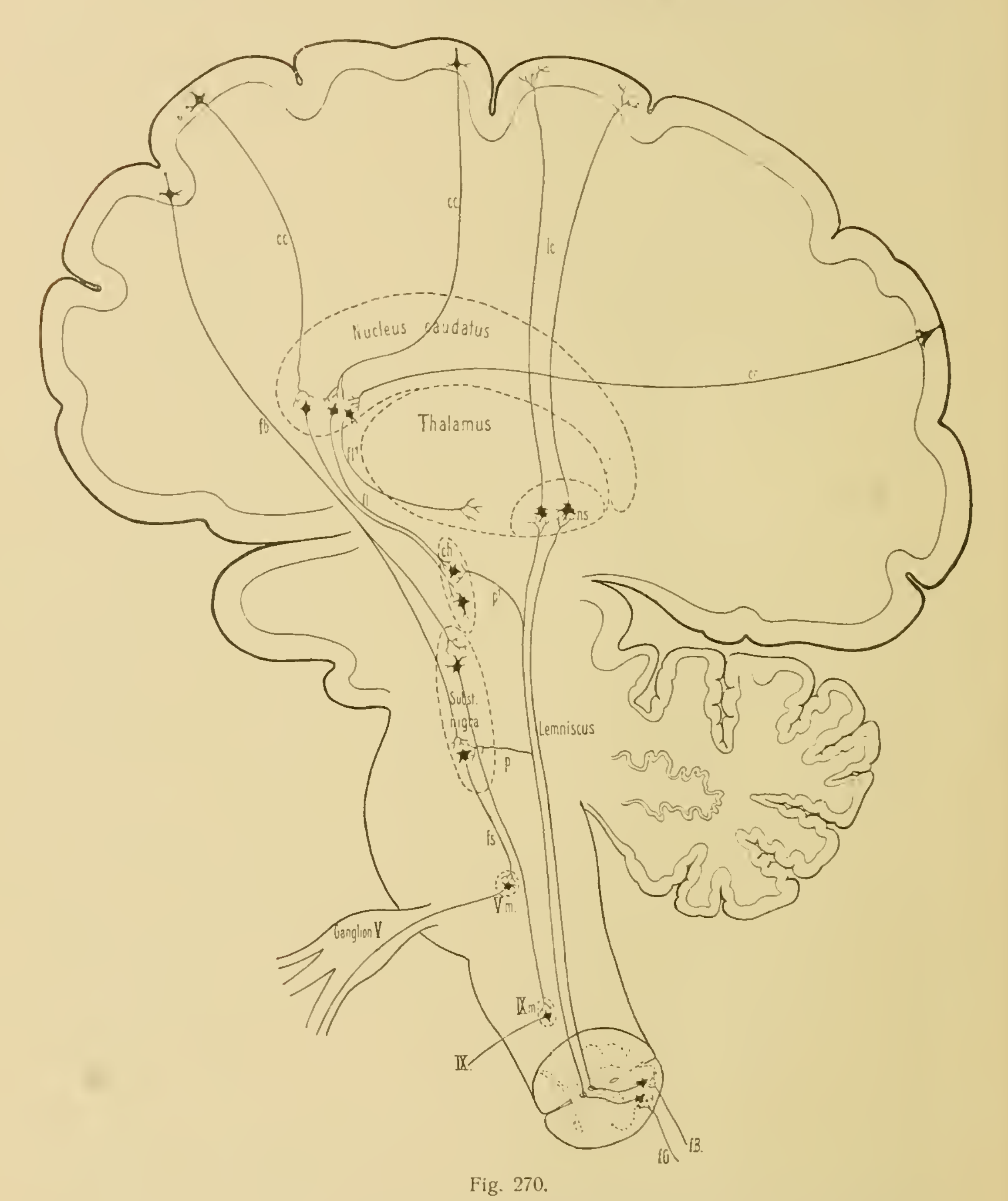


Fig. 270.

Die Verbindungen des Nucleus caudatus und die Schleifenbahn. (Nach Skizzen von Bechterew.)

Vm Nucleus motorius nervi trigemini; *IX* Fila radicularia nervi glossopharyngei; *IXm* Nucleus motorius n. glossopharyngei; *cc* kortiko-striale Bahnen; *ch* Corpus hypothalamicum; *fB* Fasciculus cuneatus (Burdachi); *fb* Fasern von der Hirnrinde zur Substantia nigra; *fG* Fasciculus gracilis (Golli); *fl* Fasern vom Nucleus caudatus zum Corpus hypothalamicum; *fl*[1] Fasern vom Nucleus caudatus zum Thalamus; *fs* Fasern von der Substantia nigra zu den motorischen Kernen des Trigeminus und Glossopharyngeus; *lc* subkortikale Bahn des Lemniscus medialis; *ns* sensibler Thalamuskern; *p*, *p*[1] Bahnen vom Lemniscus medialis zur Substantia nigra und zum Corpus hypothalamicum.

Schenkel der Capsula durch das laterale Feld des Hirnschenkels zu den lateralen Brückenkernen.

Die weiteren Fortsetzungen dieser beiden Systeme, namentlich des vorderen, steigen teilweise mit dem Fasciculus verticalis pontis zur Brückenhaube bezw. zur Formatio reticularis, hauptsächlich zum Nucleus reticularis tegmenti hinauf. Ihr weiterer Verlauf ist in absteigenden Fasern der Vorderseitenstranggrundbündel (Fasc. ant. und lat. proprius) bezw. in vorderen Rückenmarkwurzeln zu suchen.

Ein anderer Teil dieser Bahnen, vor allem die hinteren von ihnen, wird fortgesetzt durch Fasern des mittleren Kleinhirnschenkels, die aus den Brückenganglien hervorgehend, im Pons sich kreuzen und die Richtung zu den Kleinhirnhemisphären einschlagen. Ihre weitere Bahn bilden zentrifugale Kleinhirnfasern, die u. a. im Corpus restiforme, z. T. auch im Brachium pontis verlaufen.

Das Kleinhirn entwickelt mehrere bedeutsame Systeme von absteigendem Verlauf. Hierher gehören die Verbindungen der Rinde des Vermis superior mit dem Dachkern. Ein im Nucleus fastigii entstehender Faserzug, der über und zwischen beiden Kernen sich kreuzt, läuft im medialen Felde des hinteren Kleinhirnschenkels zur gleichseitigen Oberolive, die ihrerseits einen Faserzug zum Abducenskern entsendet.

Dem zentralen Kleinhirngebiet entstammt ferner ein Bündel von Fasern, die am medialen Teil des Corpus restiforme herabsteigen und zum Deitersschen Kern gelangen. Der hier entspringende Tractus vestibulospinalis begibt sich längs der ventrolateralen Umrandung des Rückenmarkes abwärts und verschiebt sich in den kaudalen Teilen des Rückenmarkes ventralwärts; seine Fasern gewinnen schließlich Beziehungen zu Vordersäulenzellen und müssen dementsprechend weiterhin Anschluß an vordere spinale Wurzeln finden. Ein als kollaterale Abzweigung dieses Systems auftretender Faserzug läuft vom Deitersschen Kern zum hinteren Längsbündel, das Beziehungen zu den Kernen der Augenmuskelnerven vermittelt.

Ein zweites cerebellares System, das intermediäre Kleinhirnbündel wird dargestellt durch Fasern, die das Kleinhirn durch das Corpus restiforme verlassen. An der Seitenfläche des verlängerten Markes hinabsteigend, dringen sie zur Pyramide (und zwar hauptsächlich zu derjenigen der gleichen Seite) vor (Fig. 269). Sie verlaufen weiterhin mit der Pyramidenseitenstrangbahn, zum größeren Teil zwischen den Pyramidenfasern eingelagert, zum geringen Teil außerhalb dieser Bahn sich hinziehend. (Fig. 252.) Gleich anderen absteigenden Bahnen gelangt auch diese zu Zellen der Vordersäule, gewinnt Beziehungen zu ihnen und findet Anschluß an vordere Rückenmarkwurzeln. Zu den absteigenden Bahnen gehört ferner ein großer Teil der Fibrae cerebelloolivares (Fig. 269), die in Olivenzellen unterbrochen werden und als Fibrae olivo-spinales bis zur Vordersäule weiter ziehen; ihre periphere Bahn liegt in den vorderen Rückenmarkwurzeln. — Weniger bekannt sind absteigende Fasern, die das Kleinhirn mit den Seitenstrangkernen verbinden, sowie Fasern, die von der Flocke zum verlängerten Mark hinabsteigen. Auch der Fasciculus uncinatus, über dem Bindearm an dessen Eintrittsstelle im Cerebellum gelegen, gehört zu den absteigenden Leitungen.

Das Brachium pontis enthält zum Teil absteigende Fasern zur Brücke und zur Formatio reticularis.

Das absteigende Bündel des Bindearms (Mendel, Bechterew) kommt vom Thalamus, erscheint also als Fortsetzung kortiko-thalamischer Bahnen. Anschluß

findet dieser Faserzug an absteigende Kleinhirnbahnen, welche zu den zentralen Kernen des Cerebellum in Beziehung stehen. Von den aufsteigenden Fasern des

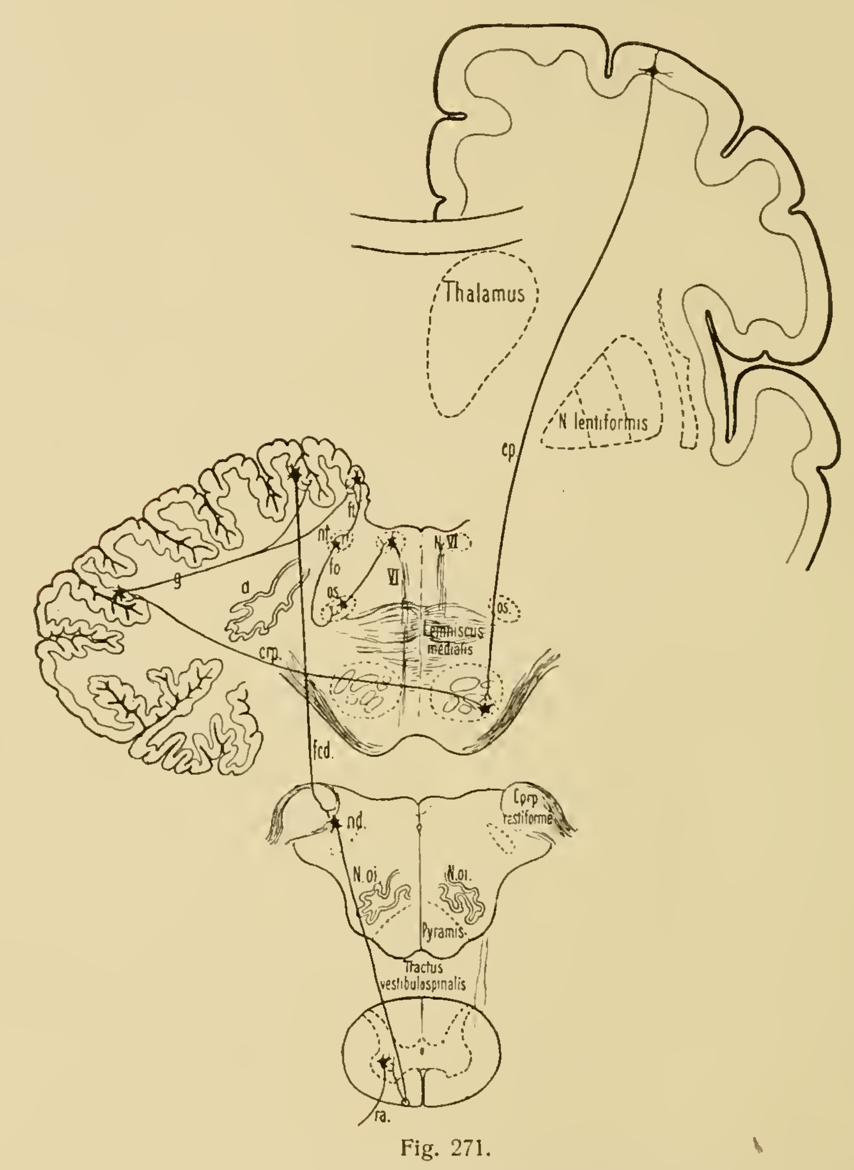


Fig. 271.

Die absteigenden Brückenbahnen und die absteigenden Kleinhirnbahnen. (Nach Bechterew.)

VI Fila radicularia nervi abducentis; *cp* Rindenbrückenbahn; *crp* Fasern, welche im Brachium pontis zum Kleinhirn ziehen; *d* Nucleus dentatus cerebelli; *fcd* Faser vom Kleinhirn zum Deitersschen Kern (Nucleus vestibularis lat.); *fo* Fasern vom Nucleus tegmenti zum Nucleus olivaris sup.; *ft* Fasern von der Rinde des Wurms zum Nucleus tegmenti; *g* Guirlandenfasern; *N.VI* Nucleus nervi abducentis; *nd* Deitersscher Kern; *N.o.i* Nucleus olivaris inf.; *nt* Nucleus tegmenti; *os* Nucleus olivaris sup.; *rn* Fila radicularia antt.

Bindearms gehen absteigende Kollateralen als besonderes Bündel zum verlängerten Mark.

Zu erwähnen sind schließlich absteigende Bahnen, die im Bereich sensibler Nerven vorhanden sind. Aufgefunden sind solche Bahnen in den Bulbi olfactorii, in den Sehnerven, in der Gehörleitung, in den hinteren spinalen Wurzeln.

Außer den großen Leitungen zwischen Hirnrinde und Grau der Cerebrospinalaxe sind im Zentralnervensystem zahlreiche kurze Bahnen von lokaler Bedeutung verbreitet. Mehrere solche sind schon erwähnt worden, andere können nur bei näherem Eingehen auf detaillierte Verhältnisse Darstellung finden. Solche Verbindungen sind z. B. die Koordinationsfasern des Rückenmarks, die von den Strangzellen herrühren.

Zu erinnern ist auch an die ausgedehnten Systeme der Kommissuren- und Assoziationsbahnen, die überall im Rückenmark und Gehirn zur Ausbildung gelangen. Sie sind schon früher erwähnt worden. Über die Kommissurenfasern siehe S. 142, über die Assoziationsbahnen siehe S. 139. Eine kurze Zusammenstellung sei im folgenden gegeben.

III. Assoziationssysteme und Kommissurensysteme.

Im Rückenmark: Die Fasern der hinteren Kommissur. Die vordere Kommissur hingegen ist von Kreuzfasern eingenommen, so von den zentralen (kollateralen) Fortsetzungen der hinteren Wurzeln.

Im Hirnstamm: Fasern, welche die homonymen Kerne der motorischen und sensitiven Hirnnerven beider Seiten miteinander verbinden (kommissurale Fasern zwischen den beiden Tractus solitarii, zwischen den beiden vorderen Kernen des achten Nervenpaares, in der Trapezformation usw.); Fasern, welche die Kerne heteronymer Hirnnerven miteinander verbinden: hinteres Längsbündel, dorsales Längsbündel der grauen Substanz (Schütz), die Guddensche und die Meynertsche Kommissur usw.

Hierher gehören auch die Kochschen Verbindungsfasern zwischen den einzelnen Abschnitten des Hypoglossuskerns.

Im Kleinhirn: Fasern, welche die verschiedenen Gebiete seiner Rinde verbinden, große obere Wurmkreuzung, die guirlandenförmigen Fasern, ein Teil der Fasern der Flockenstiele.

Im Endhirn: Vordere Kommissur, in ihr eingeschlossen die Fasern, welche die beiden Tractus olfactorii miteinander vereinigen; der Balken, die Commissura hippocampi, endlich die Assoziationsbündel, welche im Zentrum semiovale oder in der Rinde selbst gelegen sind.

III. Die Hirnnerven, Nervi cerebrales.

Der Ursprung der Hirnnerven und ihre Austrittsstellen an der Hirnoberfläche sind schon S. 148—150 und S. 224—233 geschildert worden. Im Anschlusse hieran sind nunmehr die Durchtrittsstellen an der mit der Dura bekleideten Schädelbasis zu betrachten.

Durchtrittsstellen der Hirnnerven an der Schädelbasis. Fig. 151, 273.

I. Die Nervi olfactorii treten vom Bulbus olfactorius aus durch die Löcher der Lamina cribrosa des Siebbeines mit Durascheiden versehen zu der medialen und lateralen Wand der Nasenhöhle.

II. Der N. opticus tritt, die A. ophthalmica deckend, durch das Foramen opticum zur Augenhöhle.

III. Der N. oculomotorius begibt sich zum Seitenrande des Processus clinoideus posterior und betritt den Porus oculomotorii der Dura; letzterer liegt in der medialen Wand der Plica petroclinoidea lateralis der Dura und führt den Nerven durch die Fissura orbitalis superior zur Orbita.

IV. 1 cm hinter dem Porus oculomotorii liegt der enge, von der Plica petroclinoidea lateralis etwas überdachte Porus trochlearis der Dura, welcher den N. trochlearis aufnimmt und zur Orbita geleitet.

V. 1 cm hinter dem Porus trochlearis folgt der weite Porus trigemini, welcher in das Cavum semilunare führt; ersterer nimmt beide Wurzeln des Trigeminus, letzteres das Ganglion semilunare auf. Der Porus trigemini hat seine Lage unter der Plica petroclinoidea medialis und dem medialen Teil des Tentorium cerebelli s. Fig. 151.

VI. N. abducens. 5 mm medianwärts und rückwärts vom Porus trigemini liegt im Bereich des Clivus der kleine Porus abducentis; er befindet sich medianwärts von der Spitze der Schläfenbeinpyramide und näher der Medianebene als die drei vorhergehenden.

VII. und VIII. Der Facialis und Acusticus betreten den von der Dura ausgekleideten Porus et Meatus acusticus internus.

IX, X und XI. Der Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius ziehen zur vorderen oder Nerven-Abteilung des Foramen jugulare. Jener erhält dabei eine besondere, die beiden letzteren eine gemeinsame Durascheide.

XII. Der Hypoglossus betritt gewöhnlich in zwei größere Bündel gesondert den Porus hypoglossi, welcher demgemäß häufig doppelt ist. Er entspricht der inneren Mündung des Canalis hypoglossi des Os occipitale.

I. Nervi olfactorii. Fig. 272, 285.

Die vom Bulbus olfactorius ausgehenden blassen Riechfäden, etwa 20 an der Zahl, bilden keinen gemeinsamen Stamm, sondern treten je in eine mediale und in eine laterale Reihe gesondert und von scheidenartigen Fortsätzen der Hirnhäute umgeben, einzeln durch die Löcher der Lamina cribrosa zur Riechschleimhaut.

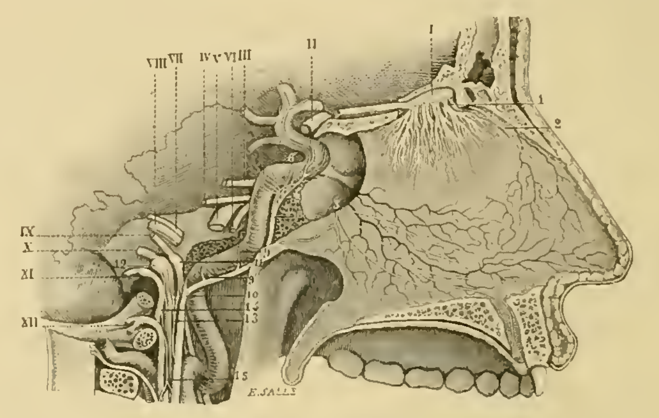


Fig. 272.

Verbreitung der Geruchsnerven an der Nasenscheidewand. (Von Hirschfeld und Leveillé.) 2:3.

Die rechte Seite der Nasenscheidewand liegt vor. Canalis caroticus und Foramen jugulare sind eröffnet. *I* Bulbus olfactorius; 1 Nervi olfactorii mediales; 2 Scheidewandzweig des N. ethmoidalis anterior; *II* N. opticus; *III* N. oculomotorius; *IV* N. trochlearis; *V* N. trigeminus; 3 N. nasopalatinus (Scarpae); 4 Plexus caroticus internus des Sympathicus; 5, 6, 7 Zweige desselben; 8 N. caroticus int.; 9 N. caroticotympanicus; 10 oberes Ende des Ganglion cervicale superius; *VI* N. abducens; *VII* N. facialis; *VIII* N. acusticus; *IX* N. glossopharyngeus; 11 sein Ganglion petrosum; *X* N. vagus; 12 sein Ganglion jugulare; 13 Verbindung der Nn. vagus und glossopharyngeus mit dem Ganglion cervicale superius n. sympathici; *XI* N. accessorius; 14 sein Ramus internus; *XII* N. hypoglossus; 15 sein Verbindungsast z. Ganglion cervicale superius n. sympathici.

a) Die Nn. olfactorii mediales breiten sich in den oberen Teilen der Schleimhaut der Nasenscheidewand aus, indem sie zunächst in Furchen der perpendikulären Platte des Siebbeines verlaufen und untereinander in geflechtartige Verbindung treten. Fig. 272.

b) Die Nn. olfactorii laterales suchen die Schleimhaut der oberen und der mittleren Muschel auf und bilden auf ihrem Wege ein reichlicheres Geflecht als die mediales. Fig. 285. (Über ihre Endigung siehe Sinnesorgane.)

II. N. opticus.

Über den Tractus opticus, das Chiasma opticum siehe S. 102.

Der N. opticus dringt als zylindrischer Stamm von 4 mm Stärke, mit der A. ophthalmica an seiner unteren Seite, durch das Foramen opticum in die Augenhöhle, erhält beim Eintritte in jenes Loch zu seiner pialen und arachnoidalen Scheide noch eine Durascheide und inseriert an der hinteren Peripherie des Augapfels,

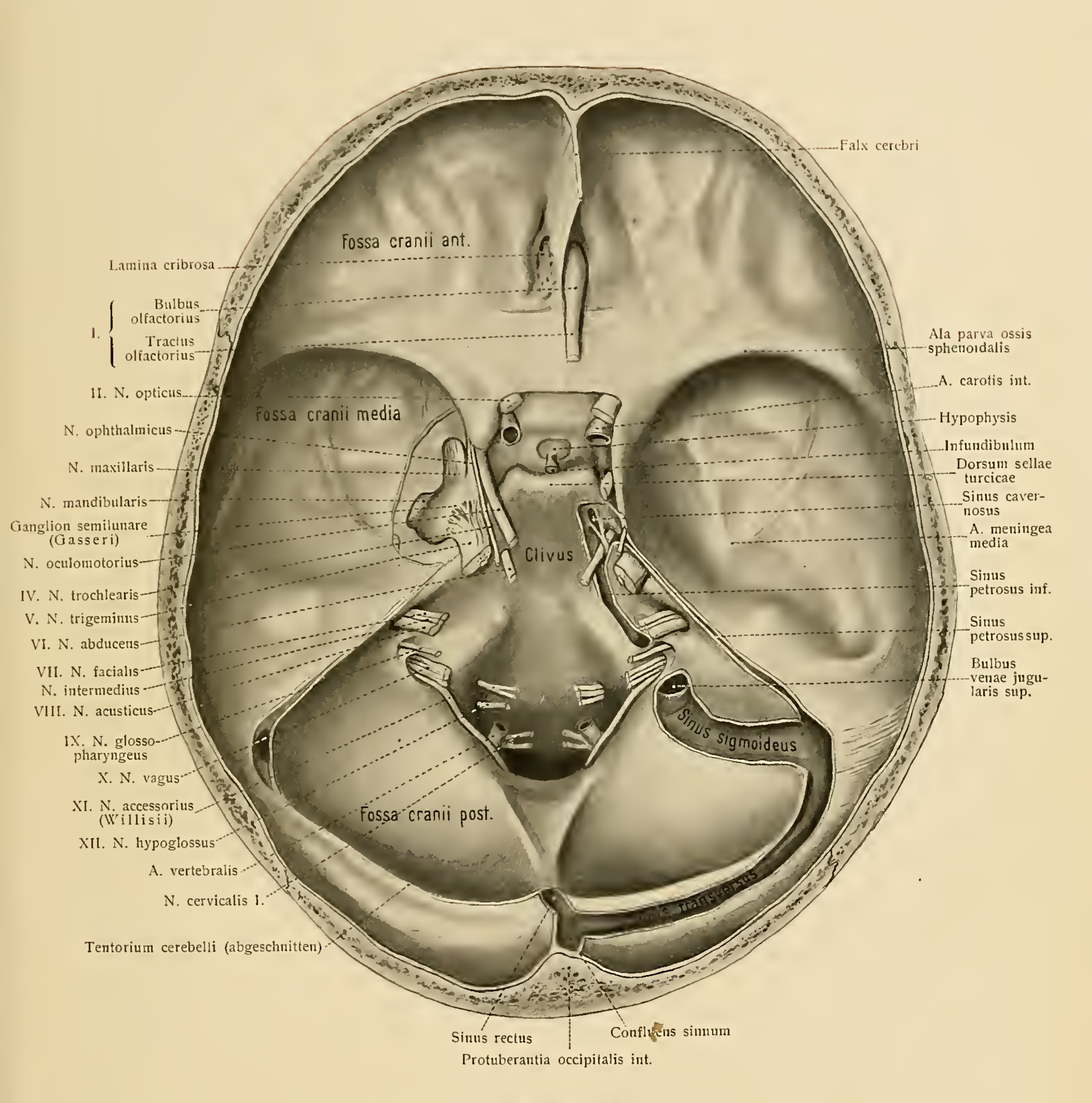


Fig. 273. Situs cavi cranii ($^{9}/_{10}$).

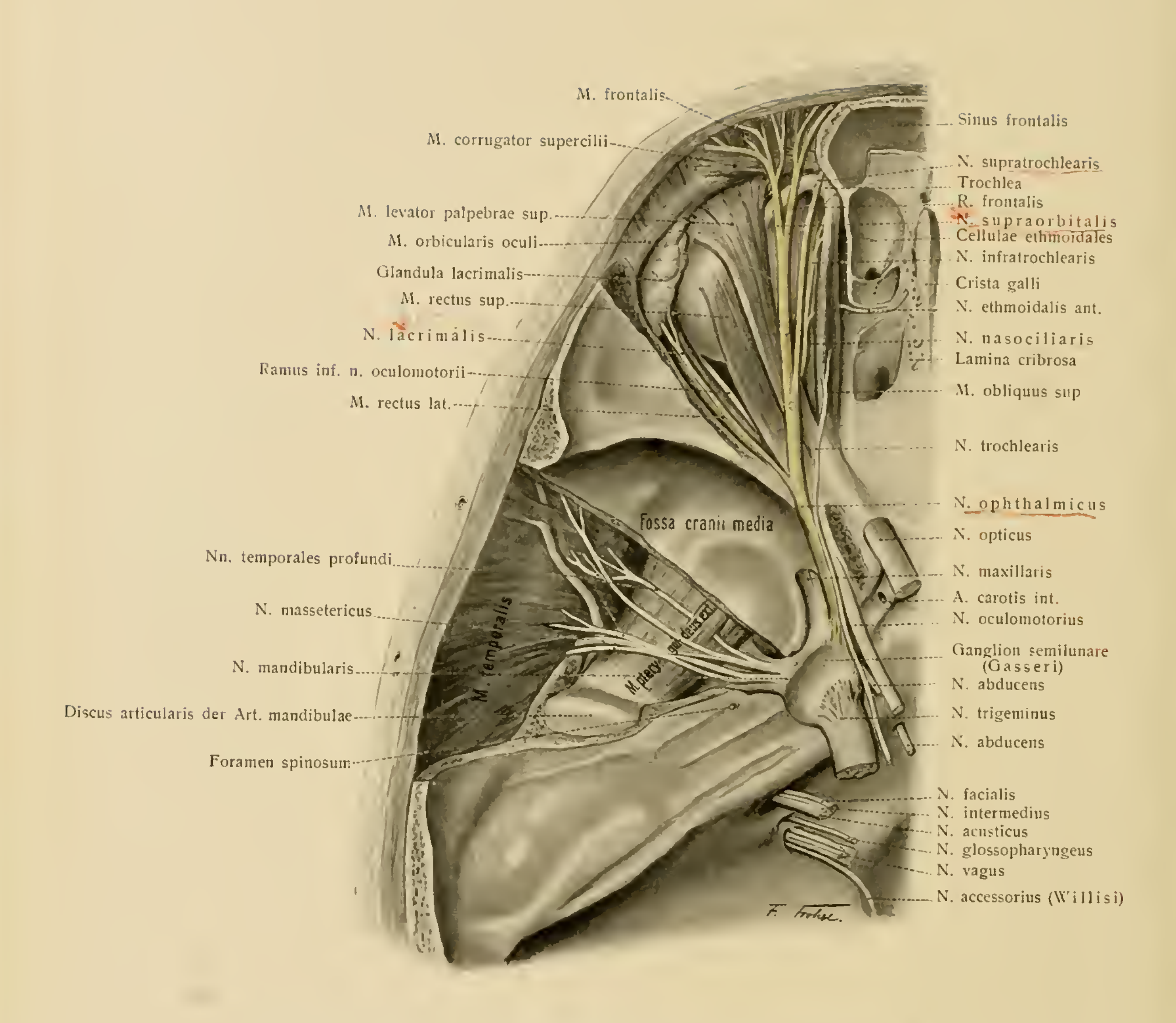


Fig. 274. Nerven der Augenhöhle von oben dargestellt ($^1/_1$).

4 mm medial vom hinteren Pol desselben (Fig. 277). 15—20 mm vom Augapfel entfernt tritt ein wichtiger Ast der A. ophthalmica, A. centralis retinae, in den Sehnerven ein und verläuft mit der gleichnamigen Vene in der Axe des Sehnerven zur Retina. Über den feineren Bau und die Ausbreitung des Opticus in der Retina siehe Abt. VI, Sinnesorgane.

III. N. oculomotorius. Fig. 274—278.

Er entspringt aus den Nuclei oculomotorii des Mittelhirnes und verläßt dieses im Sulcus oculomotorii mit 10—15 Wurzeln, verläuft dann zwischen den Aa. cerebelli superior und cerebri posterior lateralwärts- und vorwärts zum Seitenrande des Processus clinoideus posterior, betritt den Porus oculomotorii und zieht in der oberen Wand des Sinus cavernosus zur Fissura orbitalis superior und zur Orbita.

Er führt gegen 15000 meist starke markhaltige Nervenfasern, welche zu einer Anzahl sekundärer Bündel vereinigt sind. Im Stamme des Nerven sind auch vereinzelte Nervenzellen, kugelige und verästelte, zwischen den Fasern gefunden worden.

Schon intrakranial gibt der Nerv feine Fäden zu den pialen Arterien. In der oberen Wand des Sinus cavernosus empfängt er feine Fäden aus dem die A. carotis interna umstrickenden Plexus caroticus internus; in der Fissura orbitalis superior erhält er ferner feine sensible Fäden vom nahen N. ophthalmicus.

In der Fissura orbitalis superior nimmt er die mediale Ecke ein, hat den N. trochlearis lateral neben sich und tritt zwischen den beiden Ursprungsköpfen des M. rectus oculi lateralis durch. Gleich nach dem Eintritt in die Orbita teilt er sich in zwei Äste, einen oberen und einen unteren.

Der Ramus superior versorgt den M. rectus oculi superior und den M. levator palpebrae superioris.

Der Ramus inferior teilt sich in drei Zweige für die Mm. rectus medialis, rectus inferior und obliquus inferior.

Von letzterem Zweige geht auch ein kurzer Faden zum Ciliarganglion ab, die Radix brevis ganglii ciliaris.

Ganglion ciliare. Fig. 275—278.

Das Ciliarganglion ist ein plattes, vierseitiges Gebilde von etwa 2 mm Länge, welches im hinteren Abschnitt der Orbita, an der lateralen Seite des Opticus, zwischen diesem und dem M. rectus oculi lateralis liegt.

An den hinteren unteren Rand des Ganglion treten dessen sogenannte Wurzeln heran. Die Radix brevis s. motoria stammt aus dem Oculomotorius, ist stärker als die übrigen und zuweilen in zwei Fäden geteilt. Die Radix longa s. sensitiva kommt aus dem N. nasociliaris des Trigeminus und besteht oft aus mehreren feinen Fäden. Die Radix media s. sympathica wird von mehreren feinen Fäden gebildet, welche aus dem Plexus cavernosus des Sympathicus stammen, sich zum Teil den anderen Wurzeln anlegen, zum Teil am Ganglion vorbeiziehen und sich den Ciliarnerven beimischen.

Das Ganglion besteht aus multipolaren Nervenzellen mit vielen Dendriten und einem Neuriten (Retzius). Vom vorderen Rande, besonders von den vorderen Ecken des Ganglion entspringen 3—6 Nervi ciliares breves, welche sich durch Teilung bis auf etwa 20 vermehren und neben dem N. opticus zum Augapfel gelangen. Gewöhnlich läßt sich eine obere und eine untere Gruppe dieser

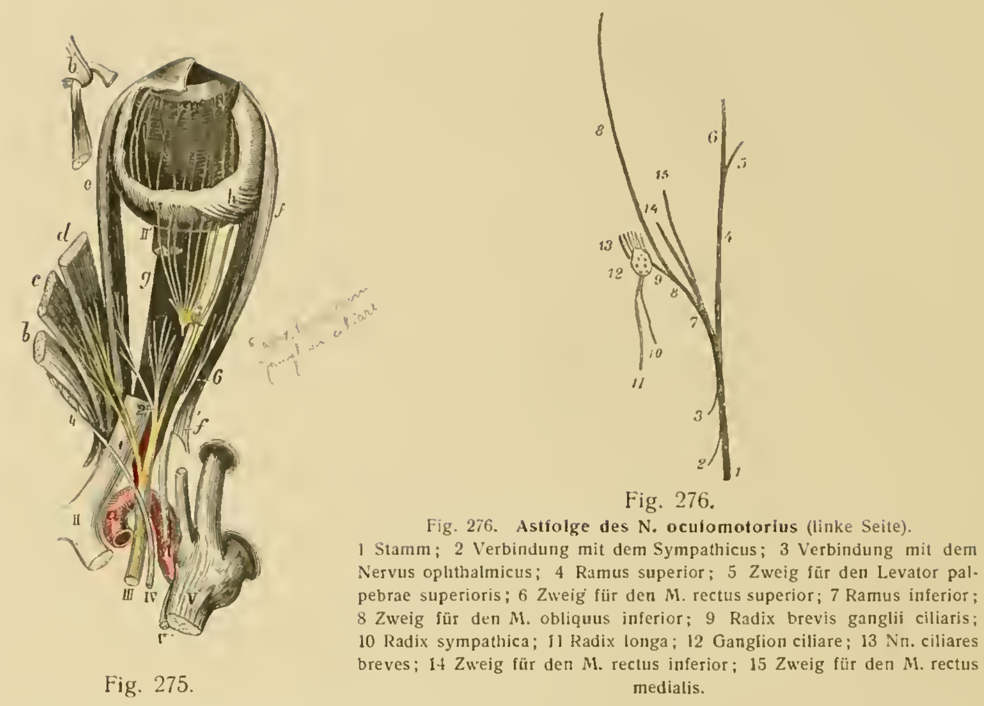


Fig. 275.

Fig. 276.

Fig. 276. **Astfolge des N. oculomotorius** (linke Seite).
1 Stamm; 2 Verbindung mit dem Sympathicus; 3 Verbindung mit dem Nervus ophthalmicus; 4 Ramus superior; 5 Zweig für den Levator palpebrae superioris; 6 Zweig für den M. rectus superior; 7 Ramus inferior; 8 Zweig für den M. obliquus inferior; 9 Radix brevis ganglii ciliaris; 10 Radix sympathica; 11 Radix longa; 12 Ganglion ciliare; 13 Nn. ciliares breves; 14 Zweig für den M. rectus inferior; 15 Zweig für den M. rectus medialis.

Fig. 275. **Ansicht der Augenmuskelnerven von oben.** Rechte Seite. (Von Hirschfeld und Leveillé.) 1 : 1. Der N. ophthalmicus trigemini ist kurz abgeschnitten; der Ring, an welchem die Augenmuskeln rings um die Eintrittsstelle des Sehnerven in die Augenhöhle entspringen, ist eingeschnitten und auseinander gelegt, wobei zugleich die vorderen Stücke der Muskeln entfernt sind. Ein Teil des Sehnerven ist weggeschnitten, um den M. rectus inferior sichtbar zu machen. An dem Augapfel selbst ist ein Teil der Sklera und Cornea entfernt, wodurch der Verlauf der Ciliarnerven hervortritt. *a* oberer Teil der Carotis interna an der Stelle, wo sie aus dem Sinus cavernosus hervortritt und die A. ophthalmica abgibt; *b* M. obliquus superior; *b'* sein vorderer durch die Rolle gehender Teil; *c* M. levator palpebrae superioris; *d* M. rectus superior; *e* M. rectus medialis; *f* M. rectus lateralis; *f'* seine zurückgebogene Ursprungssehne; *g* M. rectus inferior; *h* Ansatzstelle des M. obliquus inferior. *II* Sehnervenkreuzung; *II'* Eintrittsstelle des Sehnerven in den Augapfel; *III* N. oculomotorius; 1 Ramus sup. desselben; 2 Ramus inf.; 3 langer Ast desselben zum M. obliquus inferior, mit Abgabe der Radix brevis zum Ganglion ciliare; von diesem Ganglion gehen kurze Ciliarnerven aus, welche die Sklera durchbohren; einige derselben gelangen bei 3' zu dem Ciliarmuskel; *IV* N. trochlearis; 4 Verzweigung desselben am M. obliquus superior; *V* große sensible, *V'* kleine motorische Wurzel des Trigeminus, nach vorn das Ganglion semilunare und die drei Äste des Nerven; *VI* N. abducens; 6 seine Verteilung am M. rectus lateralis.

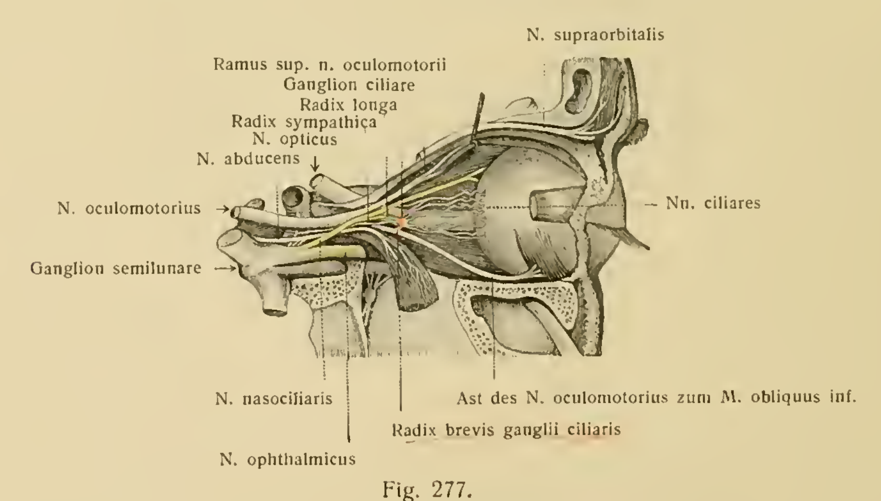


Fig. 277.

Nerven der rechten Augenhöhle, von der lateralen Seite betrachtet. (Von Hirschfeld und Leveillé.) 3 : 4.
Der Musculus rectus lateralis ist durchschnitten und mit seinem hinteren Ende abwärts gebogen.
Die laterale Wand der Orbita ist entfernt.

Nerven unterscheiden. Zur unteren Gruppe gesellen sich die beiden ebenso verlaufenden Nervi ciliares longi aus dem I. Aste des Trigeminus.

Sämtliche Nn. ciliares dringen in der Umgebung des Sehnerven schräg durch die Tunica fibrosa oculi und ziehen zwischen ihr und der Tunica vasculosa oculi in Meridianrichtung nach vorn, indem sie unterdessen Ästchen an die Chorioidea abgeben. Am Anfange des Corpus ciliare teilen sie sich wiederholt und bilden im Inneren des Musculus ciliaris ein Ganglienzellen enthaltendes Geflecht, aus welchem die Nerven für den Musculus ciliaris, für die Iris und die Hornhaut des Auges hervorgehen. Die sympathische Wurzel führt dem Augapfel Gefäßnerven zu, die sich besonders in der Chorioidea und Iris verbreiten. Diese Wurzel enthält ferner Fasern, deren Reizung Pupillenerweiterung bedingt. Die kurze Wurzel bringt dem Ganglion Fasern zu, welche den M. sphincter pupillae und den M. ciliaris versorgen. Die lange Wurzel enthält sensible Fasern. Die sympathischen Bewegungsfasern haben übrigens ihren letzten Ursprung im cerebro-spinalen Systeme, und zwar im unteren Hals- und oberen Brustmark. Von diesem ausgehende Rami communicantes übermitteln sie dem Hals-Sympathicus, diese aber dem Plexus caroticus und seinen bezüglichen Ästen.

Das Ganglion ciliare nimmt seinen entwicklungsgeschichtlichen Ursprung vom embryonalen Ganglion semilunare commune, von dem sich verschiedene Teile abgliedern, um sich zu sympathischen (motorischen) Ganglien zu gestalten. Ein vorderer abgegliederter Teil ist das Ganglion ciliare, welches darauf zu dem N. oculomotorius in nähere Beziehungen tritt. Bei niederen Wirbeltieren (Amphibien) ist das Ganglion durch Nervenzellen vertreten, welche sich über größere Bahnstrecken des Oculomotorius verteilen. Bei Ungulaten, Nagern, Carnivoren sitzt das Ganglion unmittelbar dem Oculomotorius an (Schwalbe). Dies Verhalten des Ganglion weist auf die morphologische Zugehörigkeit des N. oculomotorius zum Trigeminusgebiet hin.

Fig. 278.

Ganglion ciliare der rechten Seite.
Verkehrte Prismazeichnung. (M. Reichert, 1875.)

1 Ramus inferior n. oculomotorii; 2 N. nasociliaris; 3 Radices longae; 4 Radix motoria; 5 Radices sympathicae vom Plexus caroticus; 6 Ganglion ciliare; 7 vier dickere Bündel von Nn. ciliares; 8 zwei Nn. ciliares longi; 9 accessorische Ganglienzellenhaufen; 10 A. ciliaris posterior longa; 11 Schlingenbildung um die Arterie.

Apolant (Über das Ganglion ciliare, Arch. mikr. Anat. Bd. 47, 1896) durchschnitt an Katzen den Stamm des Oculomotorius und fand in der Folge die motorische Wurzel des Ganglion degeneriert; die Ciliarnerven dagegen blieben intakt. Hieraus folgt: 1. Alle Oculomotoriusfasern endigen im Ganglion. 2. Das G. ist ein sympathisches, das in der Bahn der zum Ciliarmuskel und zum Sphincter pupillae ziehenden Oculomotoriusfasern eingeschaltet ist.

Bei Vögeln ist das G. nach den neuen Untersuchungen v. Lenhossek's (Arch. mikr. Anat. Bd. 76, 1911) ein in die Bahn des Oculomotorius eingeschaltetes „motorisches Schaltganglion". Seine Zellen haben keine Ähnlichkeit mit den Nervenzellen des Sympathicus der Vögel, allerdings zeigen sie einen Anklang an die sympathischen Zellen der Amphibien. Bei der Beurteilung dieser Befunde wird man daran denken müssen, daß die Vögel und Reptilien gestreifte Muskelfasern in Iris und Corpus ciliare haben.

IV. N. trochlearis. Fig. 273—275.

Nachdem er in den Porus trochlearis der Dura mater gelangt ist, verläuft er in einem kleinen Kanal der Dura längs des Ramus I. n. trigemini zur Fissura orbitalis superior. In der Augenhöhle angelangt, wendet er sich über den Ursprung des M. levator palpebrae superioris zum M. obliquus oculi superior und tritt in denselben ein.

Er ist der dünnste der Hirnnerven mit gegen 1200 Fasern, nimmt einen sympathischen Faden vom Plexus cavernosus und einen sensiblen vom Ramus I. n. trigemini auf.

Fürbringer, M., Morphologische Streitfragen; 1. N. trochlearis. Morphol. Jahrbuch, XXX, 1902.

V. N. trigeminus. Fig. 274, 279—290.

Er verläßt die Brücke mit einer stärkeren, 50 Bündel umfassenden sensiblen Wurzel, Portio major, und einer schwächeren motorischen Wurzel, Portio minor. Darauf betritt er den Porus trigemini und das Cavum semilunare der Dura mater. In letzterem schwillt die sensible Wurzel zu dem mächtigen, einem spinalen Ganglion entsprechenden Ganglion semilunare (Gasseri) an und hat die motorische Wurzel an ihrer medialen Seite, ebenso wie es bei den Spinalnerven der Fall ist. Fig. 275.

Das Ganglion liegt auf der dorsalen Fläche des Felsenbeines in der Impressio trigemini (siehe Abt. II, S. 83). Der konkave Rand des Ganglion ist nach hinten, zur sensiblen Wurzel, der konvexe Rand nach vorn gewendet. Vom konvexen Rande gehen drei große Äste ab, der Nervus ophthalmicus, N. maxillaris, N. mandibularis. In letzteren Ast, der außerdem viele sensible Elemente enthält und der stärkste der drei Äste ist, geht die ganze motorische Wurzel über. Das Ganglion semilunare ist seinem morphologischen Wesen nach das spinalartige Ursprungsganglion der sensiblen Wurzel des Trigeminus.

Die Zellen der Radix mesencephalica sollen nach älterer Anschauung ihren Neuriten zur motorischen Portion senden, nach Willems (1911) aber sind diese Zellen einem Spinalganglion homolog und dienen der Muskelsensibilität; dagegen sprechen die Befunde von Terni (Mon. zool. ital. 1912) zugunsten der motorischen Natur dieser Zellen.

I. N. ophthalmicus. Fig. 274, 279.

Der Augenast des Trigeminus ist der schwächste der drei Äste, zieht lateral vom Sinus cavernosus und N. abducens zur Fissura orbitalis superior und hat hier den N. trochlearis über sich.

Während seines Verlaufes im Sinus cavernosus nimmt er einige Fädchen vom Plexus caroticus auf, entsendet je einen Faden zum Oculomotorius, Trochlearis, Abducens und versorgt dadurch letztere mit sensiblen Fasern. Noch intrakranial entsendet er einen feinen Ramus meningeus, den N. tentorii, welcher sich nach hinten wendet und sogleich an den Trochlearis anlegt, um mit langgestreckten feinen Fäden im Zelte sich zu verbreiten und die Wandungen des Sinus petrosus superior, Sinus transversus und Sinus rectus zu versorgen.

Vor dem Eintritt in die Fissur teilt sich der N. ophthalmicus in seine drei Endäste, den medial gelegenen N. nasocilaris, den in der Mitte befindlichen N. frontalis und den lateralen N. lacrimalis.

1. N. lacrimalis. Fig. 274, 281.

Der Tränennerv zieht längs des lateralen oberen Randes der Orbita über dem M. rectus lateralis zur oberen Tränendrüse und teilt sich hinter dieser in einen oberen und einen unteren Ast. Der obere Ast gibt feine Fäden an die Tränendrüse, Rami lacrimales, dringt durch sie hindurch und verästelt sich darauf in der Konjunktiva und der Haut am lateralen Augenwinkel, sowie im oberen Augenlide, Ramus palpebralis.

Der untere Ast begibt sich an der lateralen Orbitawand abwärts und verbindet sich mit dem N. zygomaticus des Ramus II trigemini: Ramus anastomoticus cum nervo zygomatico (Fig. 281). Von der vorn konvexen Seite dieser Anastomose

entspringen mehrere aus beiden Nerven stammende Fädchen, welche in die Tränendrüse eintreten (E. Bischoff).

Die Fasern für die Tränensekretion kommen von dem Ganglion sphenopalatinum des II. Trigeminusastes; der zu diesem Ganglion tretende N. petrosus superficialis major enthält die aus der Medulla oblongata stammenden sekretorischen Fasern.

2. N. frontalis. Fig. 274, 277, 294, 295.

Der Stirnast, der stärkste der drei Endäste, läuft unmittelbar unter dem Dache der Orbita und der Periorbita, als weißer Strang hindurchschimmernd, auf dem M. levator palpebrae superioris vorwärts. Hinter der Augenhöhlenmitte teilt er sich in den dünnen, medianwärts ziehenden N. supratrochlearis und den starken N. supraorbitalis, welcher in der Richtung des Stammes zur Incisura supraorbitalis zieht.

a) Der N. supratrochlearis folgt dem oberen Rande des M. obliquus superior und teilt sich an der medialen Seite der Trochlea in einen oberen und einen unteren Endzweig.

Der obere Zweig verläßt die Orbita über der Trochlea, durchbohrt den M. orbicularis oculi sowie den M. frontalis und endigt mit Zweigen zum oberen Augenlide, zur Nasenwurzel und zur angrenzenden Stirnhaut.

Der untere Zweig zieht von der Trochlea abwärts und verbindet sich konstant mit dem N. infratrochlearis aus dem N. nasociliaris. Von dem vorn konvexen anastomotischen Bogen entspringen feine Fäden für die Haut und die Konjunktiva des medialen Augenwinkels.

b) Der N. supraorbitalis setzt die Richtung des Stammes fort, gibt hinter dem Margo supraorbitalis den Ramus frontalis, welcher in der Incisura frontalis liegend zur Stirn zieht, ab und gelangt selber durch das Foramen supraorbitale (oder die Incisura) zur Stirngegend. Beide Nerven durchbohren den M. orbicularis oculi, M. corrugator supercilii und M. frontalis und breiten sich als Rami frontales in der Stirnhaut bis zur Scheitelgegend aus. Mit je einem lateralwärts absteigenden Ast versorgen sie auch die Haut und Konjunktiva des oberen Augenlides. An der Incisur sendet der Nerv dem Stirnbein und dem Periost Zweige zu.

3. N. nasociliaris. Fig. 274, 277, 285, 294, 295.

Der N. nasociliaris gelangt zusammen mit dem Oculomotorius und Abducens zwischen den beiden Ursprungsbündeln des M. rectus lateralis in die Orbita und begibt sich über dem Sehnerven und unter dem M. rectus superior zur medialen Orbitawand. In der Gegend des Foramen ethmoidale anterius spaltet er sich in seine beiden Endäste, den N. infratrochlearis und den N. ethmoidalis anterior. Vor der Spaltung entsendet er die lange oder sensible Wurzel des Ganglion ciliare, Radix longa ganglii ciliaris, sowie einen oder zwei Nn. ciliares longi, die an der medialen Seite des N. opticus zum Augapfel ziehen, und den N. ethmoidalis post., welcher zusammen mit einem R. orbitalis des Ggl. sphenopalatinum zum Foramen ethmoidale post. zieht. Von den beiden Endästen des N. nasociliaris verläuft:

a) Der N. infratrochlearis unter dem M. obliquus superior an der medialen Orbitawand nach vorn zur Trochlea und teilt sich in einen oberen und einen unteren Zweig. Der obere verbindet sich mit dem N. supratrochlearis und zieht zum oberen Augenlid, Ramus palpebralis sup.; der untere, Ramus palpebralis inf., versorgt den Tränensack (als ein ursprüngliches Hautstück),

die Caruncula lacrimalis und sendet auch feine Fäden zur Haut am medialen Augenwinkel.

b) Der N. ethmoidalis anterior, die Fortsetzung des Nasociliaris gelangt durch das Foramen ethmoidale anterius zur Schädelhöhle, zieht von der Dura bedeckt auf der Lamina cribrosa nach vorn, um durch eine vordere Öffnung (Foramen cribro-ethmoidale) in die Nasenhöhle einzutreten. Hier teilt er sich in drei Zweige, Rami nasales anteriores: und zwar zwei für die Schleimhaut der Nasenhöhle, Rami nasales interni, einen für die äußere Nasenhaut, Ramus nasalis externus.



Fig. 279.

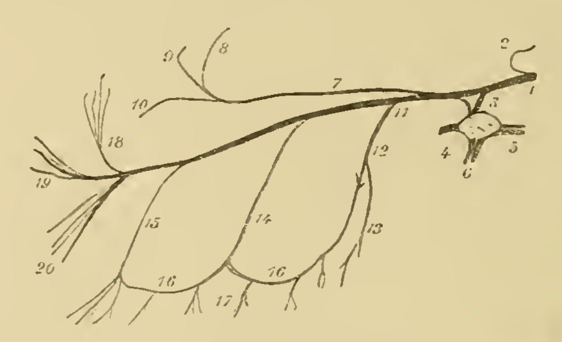


Fig. 280.

Fig. 280. Astfolge des N. maxillaris.

1 Stamm des N. maxillaris; 2 N. meningeus (medius); 3 Nn. sphenopalatini; 4 Ganglion sphenopalatinum; 5 N. canalis pterygoidei (Vidii); 6 Nn. palatini; 7 N. zygomaticus; 8 Ramus anastomoticus cum n. zygomatico vom N. lacrimalis des N. ophthalmicus; 9 R. zygomaticotemporalis; 10 Ramus zygomaticofacialis; 11 N. infraorbitalis; 12, 13 Rami alveolares supp. postt.; 14 Ramus alveolaris superior medius; 15 R. alveolaris superior anterior; 16, 16 Plexus dentalis superior; 17 Rami dentales et gingivales superiores; 18 Rr. palpebrales inferiores; 19 Rr. nasales externi; 20 Rr. labiales superiores des N. infraorbitalis.

Fig. 279. Astfolge des Nervus ophthalmicus.

I N. ophthalmicus; 1 Verbindung mit dem Sympathicus; 2 sensible Zweige für die motorischen Augennerven; 3 N. tentorii; 4 Radix longa des Ganglion ciliare; 5 Nn. ciliares longi; 6 N. ethmoidalis; 7 N. infratrochlearis; 8 N. supratrochlearis; 9 R. frontalis; 10 N. supraorbitalis; 11 R. anastomoticus cum n. zygomatico; 12 Rami lacrimales; 13 Ramus palpebralis; *a* N. lacrimalis; *b* N. frontalis; *c* N. nasociliaris.

Die Rami nasales intt. sind:

α. Rami nasales mediales, für den vorderen Teil der Schleimhaut des Nasenseptum. Fig. 272, 2.

β. Rami nasales laterales; sie ziehen am vorderen Ende beider Siebbeinmuscheln vorbei und verbreiten sich in der Schleimhaut des vorderen Teiles der Seitenwand der Nasenhöhle. Fig. 285.

γ. Ramus nasalis externus; er läuft in einer Rinne des Os nasale abwärts, dringt darauf durch ein Loch des Nasenbeins, oder zwischen Os nasale und Cartilago nasi lat. zur äußeren Haut der Nase und erstreckt sich bis zur Nasenspitze, um die Haut dieser Gegend zu versorgen. Fig. 286, 295.

II. N. maxillaris. Fig. 280—283, 285, 286.

Der zweite Ast des Trigeminus tritt durch das Foramen rotundum in die Fossa pterygopalatina, von hier aus durch die Fissura orbitalis inferior zum Boden der Augenhöhle und in den Infraorbitalkanal des Oberkiefers.

Noch innerhalb der Schädelhöhle sendet er einen oder zwei feine Fäden, N. meningeus (medius), rückläufig zur Dura, die sich im Gebiet des vorderen

Astes der A. meningea media verbreiten und mit dem N. spinosus des III. Astes verbinden.

Die äußeren Äste des Ramus II sind folgende drei: N. zygomaticus, N. infraorbitalis, Nn. sphenopalatini.

1. N. zygomaticus. Fig. 281, 286.

Er entspringt vom Stamme in der Fossa pterygopalatina und betritt durch die Fissura orbitalis inferior die Orbita. Dort ist er durch den Ramus anastomoticus cum nervo zygomatico verbunden mit dem N. ophthalmicus. An deren lateraler Wand tritt er in den Canalis zygomaticus und spaltet sich innerhalb desselben in zwei Äste, diese sind:

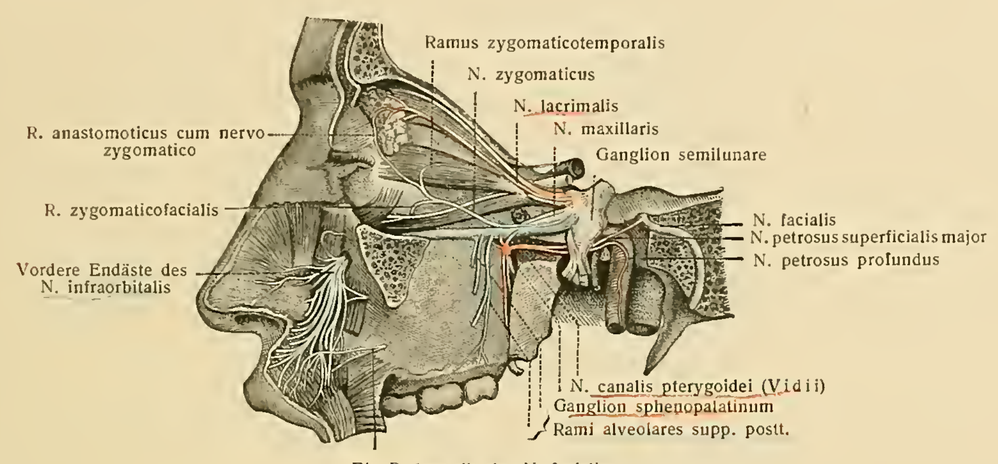


Fig. 281.

Verzweigung des N. maxillaris. (Von Hirschfeld und Leveillé.) 3:5.
Die äußere Wand der linken Augenhöhle ist entfernt und die Weichteile in der Umgebung des Oberkiefers sind größtenteils wegpräpariert.

a) Der Ramus zygomaticotemporalis, welcher aus dem Foramen zygomaticotemporale in die Schläfengrube tritt, den M. temporalis und die Fascia temporalis durchbohrt und die Haut der vorderen Schläfengegend versorgt. Fig. 286.

b) Der Ramus zygomaticofacialis gelangt durch das Foramen zygomaticofaciale mit einem oder zwei Zweigen zur Gesichtsfläche des Jochbeines, durchbohrt den M. orbicularis oculi und versorgt die Haut in der Wangengegend, wobei er mit peripheren Zweigen des N. facialis sich verbindet. Fig. 286.

Häufig tritt die Teilung des Nerven schon innerhalb der Orbita ein und jeder der beiden Äste geht durch einen besonderen Kanal (siehe Abt. II, S. 106).

2. N. infraorbitalis. Fig. 281, 282, 286, 294, 295.

Er bildet die Fortsetzung des Stammes und gelangt durch die Fissura orbitalis inferior zum Boden der Augenhöhle und zum Sulcus, sowie zum Canalis infraorbitalis. Er tritt durch das Foramen infraorbitale zur Gesichtsfläche des Oberkiefers und löst sich in drei Astgruppen auf. Von der Fossa pterygopalatina bis zum Foramen infraorbitale gehen aus ihm als ventralwärts ziehende Äste die Nn. alveolares superiores hervor, welche 3 Abteilungen bilden.

a) Rami alveolares superiores posteriores. Fig. 281, 282.

Es sind gewöhnlich zwei. Sie entspringen schon vor dem Eintritt des N.

infraorbitalis in die Orbita und ziehen neben der gleichnamigen Arterie am Tuber maxillare abwärts.

Ein hinterer Zweig bleibt mit einem Teil seiner Fasern an der Außenwand des Oberkiefers und versorgt das Zahnfleisch in der Gegend der Molaren und den benachbarten Teil der Wangenschleimhaut. Die übrigen Zweige treten durch die Foramina alveolaria posteriora des Oberkiefers zur lateralen hinteren Wand der Kieferhöhle. Hier ziehen sie in unvollständigen Kanälen des Knochens nach vorn, verbinden sich geflechtartig mit dem R. alveolaris superior medius und entsenden feine Fäden zur Schleimhaut der Kieferhöhle, sowie die Nn. dentales für die drei Molaren.

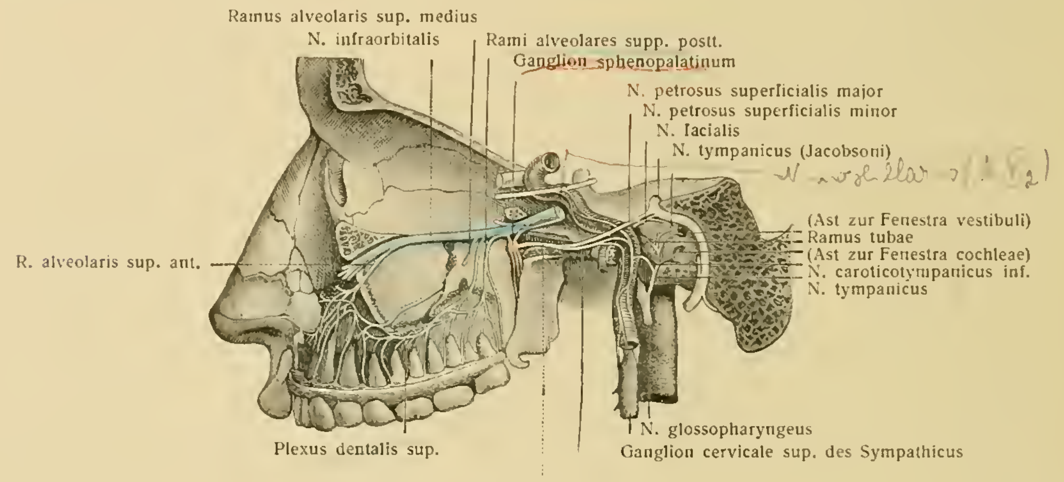


Fig. 282.

Nervus maxillaris trigemini und Ganglion sphenopalatinum. (Von Hirschfeld und Leveillé.) 2:3.

b) Ramus alveolaris superior medius. Fig. 282.

Er löst sich vom N. infraorbitalis im Sulcus infraorbitalis ab, zieht in einem besonderen Kanälchen, teilweise in einer Rinne der lateralen Wand der Kieferhöhle herab, sendet Verbindungen nach hinten zu den Rr. alveolares superiores posteriores, nach vorn zu dem R. alveolaris superior anterior und endet mit feinen Zweigen in den beiden Praemolaren und in dem zugehörigen Zahnfleischgebiet.

c) Ramus alveolaris superior anterior. Fig. 282.

Er löst sich vom N. infraorbitalis in der Nähe des Foramen infraorbitale ab und dringt durch ein besonderes Kanälchen in der vorderen Wand der Kieferhöhle zum Alveolarrande vor. Hier trennt sich von ihm ein für die Nasenhöhle bestimmter Ramus nasalis ab; der Rest, Rr. dentales, ist für die Eck- und die Schneidezähne des Oberkiefers bestimmt.

Die Rami dentales des letzteren verbinden sich mit dem mittleren und den hinteren Alveolarnerven zum ausgedehnten Plexus dentalis superior, dessen Konvexität alveolarwärts gerichtet ist. Zum Teil dicht unter der dünnen Schleimhaut der Kieferhöhle, zum Teil im Knochen gelegen, gibt der Plexus die Nerven für die Alveolen und die Zähne des Oberkiefers ab: Rami dentales superiores und Rami gingivales superiores.

Der genannte Ramus nasalis zieht durch ein besonderes Kanälchen zur

Schleimhaut des vorderen Teiles des Bodens der Nasenhöhle. Er geht eine Verbindung mit dem N. nasopalatinus (Scarpae) ein. Siehe S. 306.

d) Die Endäste des N. infraorbitalis, in welche er sich nach dem Austritt aus dem Canalis infraorbitalis teilt, gehen Verbindungen mit dem Nervus facialis ein. Sie heißen:

α. Rr. palpebrales inferiores; meist sind ein medialer und ein lateraler Zweig vorhanden; sie wenden sich um den unteren Rand des M. orbicularis oculi zum unteren Augenlid.

β. Rr. nasales externi et interni, 2—3; sie verteilen sich in der Haut der Seitenwand der Nase, des Nasenflügels und Nasenloches.

γ. Rr. labiales superiores, 3—4; sie ziehen unter dem M. quadratus labii superioris abwärts, verzweigen sich in der Haut und Schleimhaut der Oberlippe bis zum Mundwinkel.

In der Medianebene des Gesichtes gehen die Nn. infraorbitales beider Seiten Anastomosen ein und überkreuzen sich teilweise.

Funke, E., und Zander, R., Beiträge zur Anatomie des N. maxillaris n. trigemini. 1896.

Ein Schema der Innervation der Ober- und Unterlippe, an welchem u. a. die mediane Überkreuzung der beiden Nn. infraorbitales deutlich ist, gibt Fig. 14, Abt. IV.

3. Nn. sphenopalatini. Fig. 281—283.

Die Nn. sphenopalatini bestehen aus einem oder zwei kurzen Nerven, welche zur Flügelgaumengrube ziehen und sich vom unteren Rande des N. maxillaris alsbald in ein plattes dreiseitiges Ganglion, Ganglion sphenopalatinum, einsenken.

Ganglion sphenopalatinum. Fig. 280—283, 285, 296.

Das in der Fossa pterygopalatina gelegene sympathische Ganglion sphenopalatinum ist 2—3 mal größer als das Ganglion ciliare und steht mit drei Wurzeln in Verbindung, einer sensiblen (den Nn. sphenopalatini des II. Trigeminusastes) einer motorischen (dem N. petrosus superficialis major) und einer sympathischen (dem N. petrosus profundus); die beiden letzteren Wurzeln treten als N. canalis pterygoidei (Vidii) miteinander vereint zum Ganglion. Dasselbe besteht aus multipolaren Nervenzellen. Seine Äste sind 1. die Rr. nasales posteriores superiores et inff., 2. die Nn. palatini und 3. die Rami orbitales.

a) **Wurzeln** des Ganglion sphenopalatinum.

α. Die sensiblen Nn. sphenopalatini.

Ein Teil dieser Fasern zieht an dem Ganglion vorbei, ein anderer durchsetzt dasselbe, beide nehmen Fasern aus dem Ganglion mit sich und ziehen in der Bahn der Nn. palatini und der Rr. nasales posteriores superiores zum weichen und harten Gaumen sowie zur Schleimhaut eines großen Teiles der Nasenhöhle.

β. Der N. petrosus superficialis major. Fig. 281—283, 285, 296.

Er entspringt am Ganglion geniculi des N. facialis, tritt aus dem Hiatus canalis facialis hervor, verläuft im Sulcus n. petrosi superf. majoris zur Synchondrosis sphenopetrosa und durchbohrt dieselbe lateral vom Porus caroticus internus, um mit dem N. petrosus profundus zusammen durch den Canalis pterygoideus (Vidii) zum Ganglion zu treten. Er enthält motorische Fasern aus dem Facialis, wahrscheinlich aber auch sensible Fasern, die aus dem N. sphenopalatinus stammen und in die periphere Bahn des Facialis übergehen (siehe N. facialis und Leitungsbahnen).

γ. Der N. petrosus profundus. Fig. 281—283, 285.

Er geht hervor aus dem lateralen Aste des N. caroticus internus des Sympathicus, durchbricht die Synchondrosis sphenopetrosa, begibt sich in den Canalis pterygoideus und vereinigt sich hier mit dem vorigen. Beide zusammen bilden den N. canalis pterygoidei (Vidii), welcher den Canalis pterygoideus durchläuft und in den hinteren Rand des Ganglion einmündet. Der Petrosus profundus ist eine Grenzstrangverbindung zwischen dem Ganglion cervicale superius und dem Ganglion sphenopalatinum (siehe Sympathicus).

b) Äste des Ganglion sphenopalatinum.

α. Rr. nasales posteriores superiores.

Sie treten durch das Foramen sphenopalatinum aus der Flügelgaumengrube in die Nasenhöhle und sind mediale, sowie laterale Zweige.

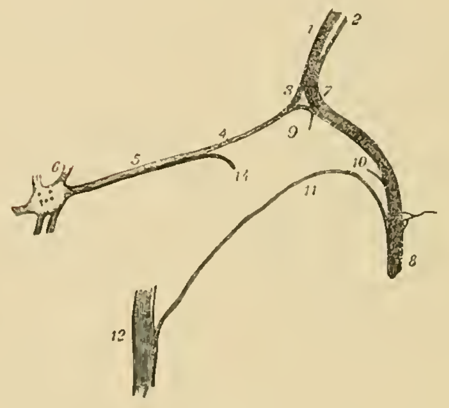


Fig. 283.

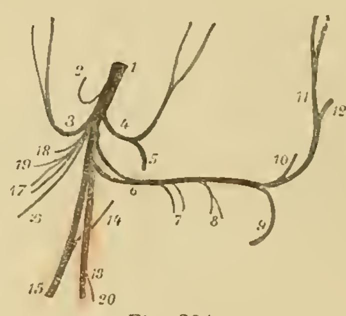


Fig. 284.

Fig. 284. **Astfolge des R. III trigemini.**
1 N. mandibularis; 2 N. spinosus; 3 N. temporalis profundus anterior; 4 N. temporalis profundus posterior; 5 N. massetericus; 6 N. auriculotemporalis; 7 Rami articulares; 8 Rr. parotidei; 9 Ramus anastomoticus mit dem N. facialis; 10 N. meatus auditorii externi; 11 Rami temporales superficiales; 12 Ramus auricularis anterior; 13 N. alveolaris inferior; 14 Chorda tympani; 15 N. lingualis; 16 N. buccinatorius; 17 N. pterygoideus internus und externus; 18 N. tympanicus; 19 N. tensoris veli palatini; 20 N. mylohyoideus.

Fig. 283. **N. canalis pterygoidei und Chorda tympani.**
1 N. facialis; 2 N. intermedius; 3 Ganglion geniculi; 4 N. petrosus superficialis major; 5 N. canalis pterygoidei (Vidii); 6 Ganglion sphenopalatinum; 7 Knie des N. facialis; 8 Facialis am Foramen stylomastoideum; 9 Ramus anastomoticus c. plexu tympanico; 10 N. stapedius; 11 Chorda tympani; 12 N. lingualis; 14 N. petrosus profundus.

Die Rami nasales postt. supp. mediales, 2—3 Fäden verzweigen sich teilweise im oberen Abschnitt des Septum nasi; einer von ihnen aber, N. nasopalatinus (Scarpae) (Fig. 272, 3) hat längeren Verlauf, zieht zwischen Periost und Schleimhaut mit der Arteria nasalis post. septi im Septum vorwärts und abwärts zum Canalis incisivus. In diesem Kanale verbinden sich die Nerven beider Seiten miteinander und schicken feine Zweige zum vorderen Teil der Gaumenschleimhaut. Während seines Verlaufes am Septum versorgt der Nerv den unteren Teil der Septum-Schleimhaut mit sensiblen Zweigen und geht vor dem Eintritt in den Canalis incisivus die S. 305 erwähnte Verbindung mit dem Ramus nasalis des R. aveolaris superior anterior ein. Die Gaumenäste des Nerven verbinden sich mit dem N. palatinus anterior.

Die Rami nasales postt. supp. laterales (Fig. 285), 6—10 zarte Fäden, verzweigen sich zum Teil, indem sie durch das Foramen sphenopalatinum, sowie durch Öffnungen im vorderen Abschnitt des Canalis pterygopalatinus zur Nasenhöhle dringen, in der Schleimhaut des hinteren Gebietes beider Siebbeinmuscheln,

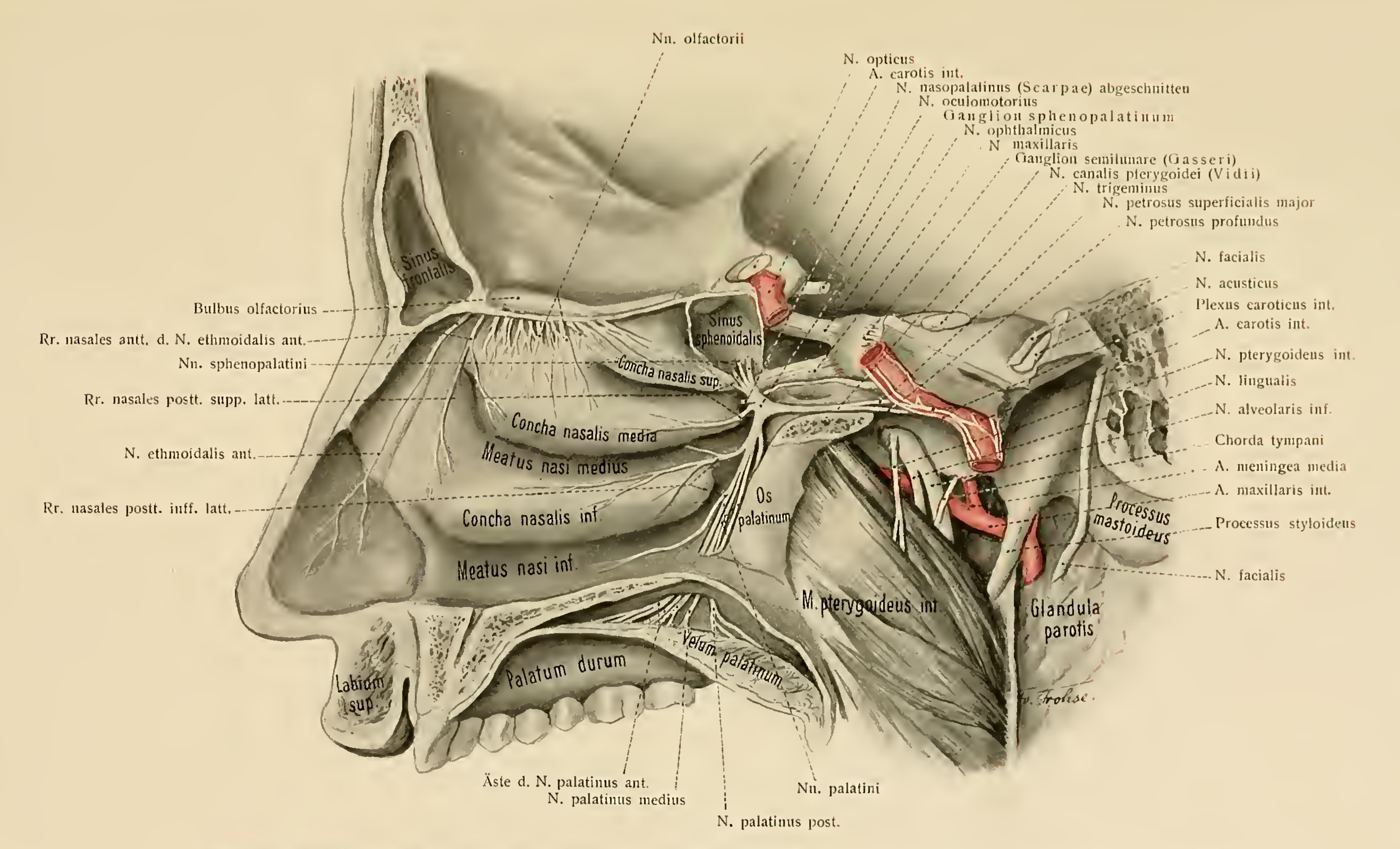


Fig. 285. Wurzeln und Äste des Ganglion sphenopalatinum von der medialen Seite dargestellt, nebst den Nerven der seitlichen Nasenhöhlenwand und einigen Ästen des N. mandibularis ($^1/_1$).

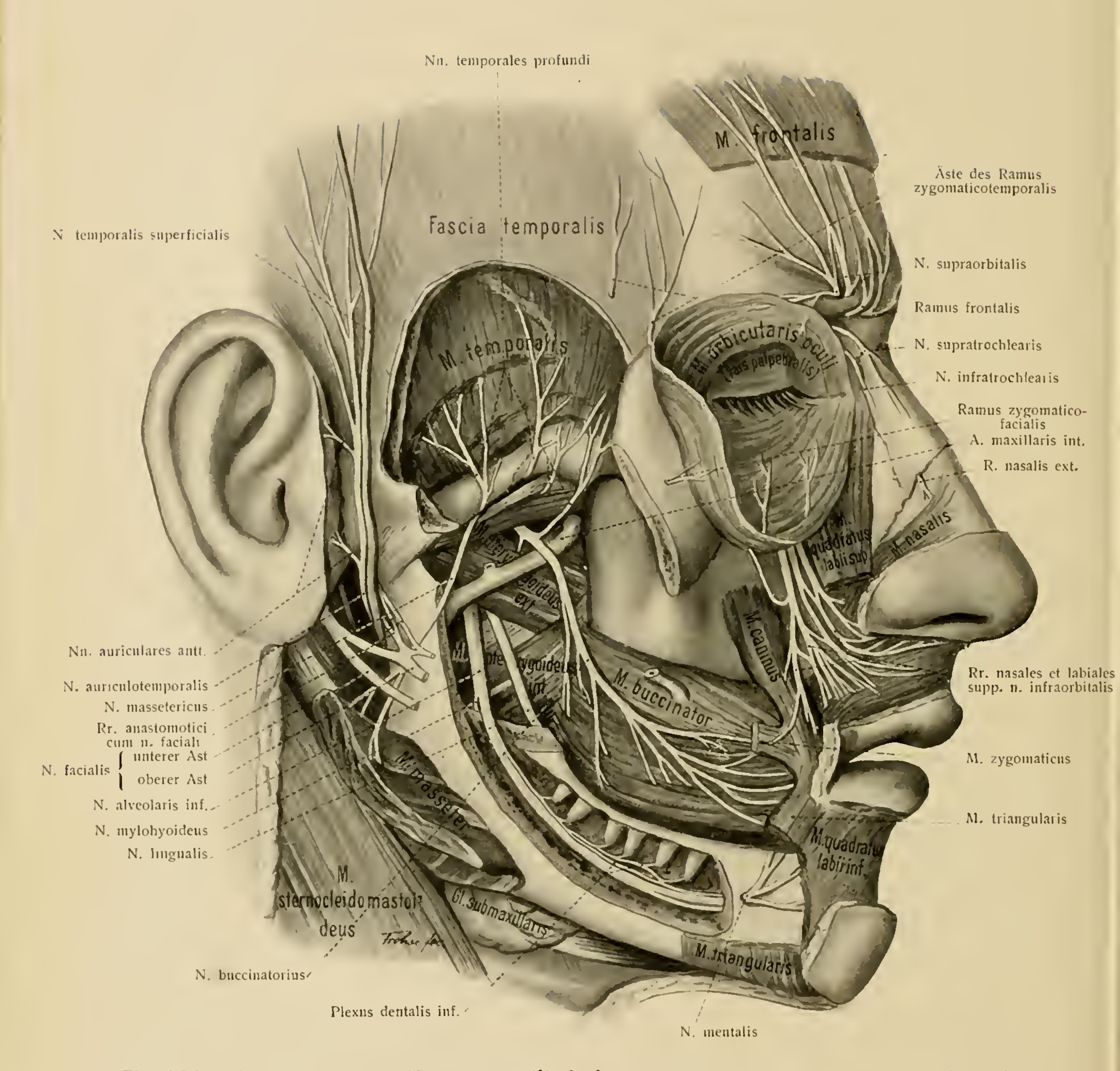


Fig. 286. Verzweigung des Nervus mandibularis von außen dargestellt, nebst den Gesichtsästen des N. ophthalmicus und des N. maxillaris (⁵/₉).

des oberen Nasenganges und der hinteren Siebbeinzellen; zum Teil gelangen sie, indem sie nach hinten verlaufen, zum Schlundgewölbe und verbreiten sich in der Schleimhaut des oberen Umfanges der Choanen, des Ostium pharyngeum tubae auditivae und der Keilbeinhöhle.

β. Die Nn. palatini. Fig. 285.

Es sind 3 Zweige, welche den Canalis pterygopalatinus und seine beiden Seitenkanäle durchziehen.

Der N. palatinus anterior (Fig. 285), der stärkste der drei Zweige, zieht durch den Canalis pterygopalatinus und das Foramen palatinum majus zum harten Gaumen, teilt sich in 3—4 Zweige, die in den Sulci palatini nach vorn verlaufen, und versorgt die Schleimhaut des harten Gaumens, ihre Drüsen und das Zahnfleisch. Er anastomosiert am Foramen incisivum mit dem N. nasopalatinus. Während seiner Bahn im Canalis pterygopalatinus schickt er die Rr. nasales posteriores inferiores (laterales) zur Schleimhaut der unteren Muschel, sowie des mittleren und unteren Nasenganges. Fig. 285.

Der N. palatinus posterior (Fig. 285) durchzieht den Canalis palatinus posterior, sowie das hintere der Foramina palatina minora und gelangt zum weichen Gaumen; er versorgt dessen untere Schleimhautfläche mit sensiblen Zweigen.

Der motorische Nerv des M. levator veli palatini, welcher nach älterer Anschauung vom N. palatinus post. stammen sollte, kommt aus dem Plexus pharyngeus, siehe S. 327.

Der N. palatinus medius (Fig. 285), der schwächste der drei Nn. palatini, gelangt durch das laterale der Foramina palatina minora zur Gegend der Tonsillen und zur benachbarten Schleimhaut.

γ. Rami orbitales.

2—3 feine Fäden. Sie gelangen durch die Fissura orbitalis inferior zur Orbita, von da zum Foramen ethmoidale posterius und durch kleine Öffnungen in der hinteren Naht der Lamina papyracea zur Schleimhaut der hinteren Siebbeinzellen und der Keilbeinhöhle. Einige Fädchen gelangen auch zur Opticusscheide (Hirzel, Arnold).

Bau des Ganglion sphenopalatinum.

Das Ganglion sphenopalatinum führt multipolare Nervenzellen, deren Neurit nach bestimmten Angaben von M. v. Lenhossék (1895) in die Nasen- und Gaumenschleimhaut eintritt, wo er sich im Epithel frei aufzweigt. Ein Teil der Fasern der Nn. sphenopalatini aus dem Trigeminus durchsetzt einfach das Ganglion; ein anderer bildet um die Zellen des Ganglion Endbäumchen und perizellulare Faserkörbe.

III. Nervus mandibularis. Fig. 274, 284—289.

Der dritte Ast des Trigeminus, der stärkste der drei Äste, enthält außer dem starken Rest an sensiblen Fasern auch die ganze Portio minor, d. h. die motorische Wurzel des Trigeminus. Eine innige Mischung wie bei den Spinalnerven findet nicht statt; vielmehr wendet sich der größere Teil der motorischen Fasern nach dem Durchtritt des Ramus tertius durch das Foramen ovale des Keilbeines, mit einem Anteil sensibler Fasern als N. masticatorius vor allem zur Versorgung der Kaumuskeln und der Wangenschleimhaut von dem Stamme ab. Der stärkere Rest enthält überwiegend sensible Fasern. Wie der I. und II. Ast des Trigeminus je ein sympathisches Ganglion besitzen, so ist auch der III. mit

solchen ausgestattet, und zwar mit zwei, dem Ganglion oticum und dem G. submaxillare.

Der erste Zweig des Ramus tertius ist der N. spinosus. Darauf entsendet der Nerv den erwähnten N. masticatorius.

Der N. spinosus tritt durch das Foramen spinosum mit der A. meningea media in die Schädelhöhle zurück und begleitet den vorderen und hinteren Zweig der A. meningea media. Ein vorderer Zweig dringt alsbald in die Substanz des großen Keilbeinflügels ein; ein hinterer Zweig gelangt durch die Sutura petrosquamosa zur Schleimhaut der Cellulae mastoideae.

1. N. masticatorius.

Er gibt folgenden Nerven den Ursprung, die sich übrigens auch einzeln vom Stamme ablösen können:

a) N. massetericus. Er geht über den M. pterygoideus externus hinweg durch die Incisura semilunaris mandibulae zum M. masseter, sendet auch feine Fäden zum Kiefergelenk. Fig. 274, 286.

b) N. temporalis profundus posterior (Fig. 274, 286). Er zieht über dem M. pterygoideus externus zum hinteren Abschnitt des M. temporalis und sendet ebenfalls Fäden zum Kiefergelenk (Rüdinger).

c) N. temporalis profundus anterior (Fig. 274, 286). Er wendet sich über oder durch den M. pterygoideus externus hindurch zum vorderen Abschnitte des M. temporalis.

d) N. pterygoideus externus (Fig. 286). Er läuft gewöhnlich in der Bahn des N. buccinatorius und löst sich von diesem während seines Durchtrittes durch den M. pterygoideus externus ab.

e) N. buccinatorius (Fig. 286) wendet sich vorwärts und lateralwärts, durchbohrt den M. pterygoideus externus oder kommt unter ihm hervor, zieht an der Außenfläche des M. buccinator bis zum Mundwinkel und teilt sich unterdessen in seine Endzweige. Eine Anzahl von diesen durchbohrt den Muskel und begibt sich zur Schleimhaut der Backe, andere Zweige treten zur Haut der Backe und verbinden sich mit Ästen des N. facialis.

f) N. pterygoideus internus (Fig. 285, 287). Er entspringt von der medialen Fläche des III. Astes, durchbohrt entweder das Ganglion oticum oder zieht an ihm vorüber und senkt sich darauf in den M. pterygoideus internus ein. Aus dem N. pterygoideus internus lösen sich in der Nähe des Ohrknotens der N. tensoris veli palatini und der N. tensoris tympani ab.

Übrige Astfolge.

Sie ist vorzugsweise sensibel und enthält den N. lingualis und N. alveolaris inferior, aber auch den N. auriculotemporalis. Das Ganglion oticum und submaxillare treten mit seinen Zweigen in enge Verbindung.

2. N. auriculotemporalis. Fig. 286, 287, 294, 295.

Er entspringt am hinteren Rande des Stammes gewöhnlich mit zwei Wurzeln, welche die A. meningea media zwischen sich fassen (Fig. 287). Darauf schlingt er sich hinter dem Gelenkfortsatz des Unterkiefers bogenförmig lateralwärts und aufwärts, tritt unter die Parotis und läßt schließlich, hinter der A. temporalis superficialis gelegen, seine Endäste zum Ohr und zur Schläfenhaut ausstrahlen. Der Nerv geht während seines Verlaufes zweierlei Verbindungen ein:

a) er empfängt Zweige aus dem Ganglion oticum (Fig. 288, 2); sie führen ihm durch Vermittlung des N. petrosus superficialis minor aus dem N. glossopharyngeus sekretorische Fasern für die Parotis zu (Rami communicantes c. ganglio otico);

b) er verbindet sich mit dem N. facialis. Gewöhnlich sind es zwei Zweige, Rami anastomotici cum n. faciali (Fig. 286, 287), welche an der Umbiegungsstelle des Auriculotemporalis nach oben sich mit dem oberen Aste des Facialis vereinigen und demselben sensible Fasern zuführen. Fig. 295.

Die Äste des N. auriculotemporalis sind:

Rami articulares: 1—2 Fäden für das Kiefergelenk.

Rami parotidei, Fädchen wechselnder Zahl für die Substanz der Parotis.

Nn. meatus auditorii externi; gewöhnlich zwei, ein oberer und ein unterer, welche an der Grenze des knöchernen und des knorpeligen äußeren Gehörganges in die Wand des letzteren eindringen. Der untere geht zur unteren, der obere zur oberen Wand des Gehörganges, dessen Haut sie versorgen helfen. Ein feiner Zweig des oberen, R. membranae tympani, gelangt zum Trommelfell.

Nn. auriculares anteriores (Fig. 286). Sie ziehen hinter der A. temporalis superficialis vorbei und versorgen die Haut der konkaven Fläche der Ohrmuschel.

Rr. temporales superficiales (Fig. 286), die Endzweige des N. auriculotemporalis. Sie verbreiten sich nach Überschreitung des Jochbogens in der Haut der Schläfe vor und über dem Ohr. Die letzten Ausstrahlungen anastomosieren mit Ästen der Nn. frontalis, facialis und occipitalis.

3. N. alveolaris inferior. Fig. 286, 287, 295.

Er ist der stärkste Zweig des III. Astes, zieht zwischen dem M. pterygoideus externus und internus abwärts, liegt dabei hinter und lateral vom N. lingualis und gelangt zwischen dem Unterkiefer und dem Lig. sphenomandibulare zum Foramen mandibulare (Fig. 286). Zusammen mit der A. alveolaris inferior verläuft der Nerv im Unterkieferkanal nunmehr nach unten und vorn, versorgt auf diesem Wege die Molar- und Prämolarzähne und tritt mit dem größeren Rest seiner Fasern durch das Foramen mentale auf die Gesichtsfläche des Unterkiefers, um sich in der Haut der Unterlippe und des Kinnes zu verästeln (Fig. 286, 295); der schwächere Rest des Nerven verläuft im Unterkieferkanal weiter und versorgt den Eckzahn und die Schneidezähne der zugehörigen Unterkieferhälfte.

Schon vor dem Eintritt in das Foramen mandibulare entläßt der Nerv die ihm beigemischten motorischen Fasern in die Bahn des N. mylohyoideus.

Der N. mylohyoideus (Fig. 286, 287) trennt sich vom N. alveolaris inf. am Foramen mandibulare und verläuft nun, anfangs vom M. pterygoideus internus bedeckt, im Sulcus mylohyoideus, dann auf der Unterfläche des M. mylohyoideus nach vorn, um den M. mylohyoideus und den Venter anterior des M. digastricus mit motorischen Zweigen zu versorgen. Dicht hinter dem Kinn sendet der Nerv gewöhnlich einige feine Äste zur Haut des Kinnes und der Unterkinngegend.

Über die Hautäste des N. mylohyoideus liegen neue Untersuchungen von Schumacher (Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Bd. 113, Abt. III, 1904) vor. In der Mehrzahl der Fälle gibt nur der Nerv einer Seite einen Hautast ab. Die Größe des versorgten Hautgebietes schwankt, es ist ungefähr 4—5 cm breit, 3 cm hoch und entspricht dem Kinnvorsprung.

Die Nn. alveolares bilden innerhalb des Canalis mandibulae den Plexus dentalis inferior; dessen Zweige sind die Rami dentales inferiores und die Rami gingivales inferiores.

Die Nn. alveolares inferiores posteriores treten vom Stamme im größeren hinteren Abschnitte des Canalis mandibulae ab; versorgen die Molares und Praemolares, die Alveolen und das Zahnfleisch.

Die Nn. alveolares inferiores anteriores gehen vom Reste des N. mandibularis in dem kleinen vorderen Abschnitte des Canalis mandibulae aus und versorgen den Eckzahn und die Schneidezähne. Der in der vorderen Strecke des Kanales enthaltene Nerv heißt darum auch Ramus incisivus.

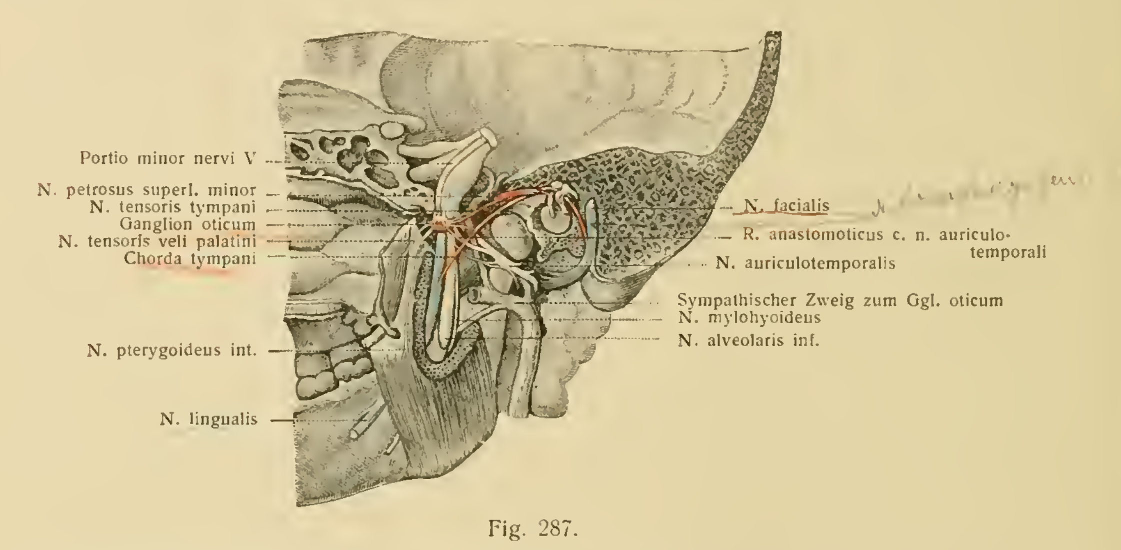


Fig. 287.

Das Ganglion oticum und seine Verbindungen (von der medialen Seite). (Von Fr. Arnold.) 3:5. Die rechte Schädelabteilung ist so durchtrennt, daß das Keilbein in der Gegend des Foramen ovale, das Felsenbein durch das Mittelohr hindurch durchsägt sind; das Unterkielergelenk ist von innen her freigelegt, der Musculus pterygoideus int. ist zum Teil entfernt.

Der N. mentalis, oft schon innerhalb des Kanales abgezweigt, teilt sich beim Austritt aus den Foramen mentale, bedeckt vom M. triangularis, in die Rami mentales und die Rami labiales inferiores; die ersten versorgen die Haut der Kinngegend, die letzteren ziehen zur Haut und Schleimhaut der Unterlippe.

4. N. lingualis. Fig. 286—289.

Er zieht wie der N. alveolaris inf. zwischen dem M. pterygoideus externus und internus an der medialen Seite der A. maxillaris interna herab und liegt dabei vor und medial von ersterem Nerven (Fig. 286, 287). Vom vorderen Rande des M. pterygoideus internus wendet er sich in sanftem, vorn-oben konkavem Bogen erst über die Glandula submaxillaris, dann über dem M. mylohyoideus zum Seitenrande der Zunge, und zwar auf die Außenfläche des M. hyoglossus. Sodann läßt er seine Zweige zwischen den Mm. hyoglossus und genioglossus in die Zunge einstrahlen. Am Seitenrande der Zunge liegt er dicht unter der Schleimhaut und kreuzt sich mit dem Ductus submaxillaris, der lateral über ihn hinwegzieht.

Verbindungen.

a) Während seines Verlaufes verbindet sich der N. lingualis mit dem N. alveolaris inf. durch einen von letzterem zu ersterem schräg herabziehenden Faden.

b) Bald unter seinem Ursprunge nimmt er ferner die Chorda tympani (Fig. 287, 296) auf. Letztere tritt aus der Fissura petrotympanica (Glaseri) hervor und vereinigt sich mit dem N. lingualis, schräg nach unten und vorn verlaufend, in spitzem Winkel. Sie führt dem N. lingualis Fasern zu, welche mit letzterem Nerven zu den vorderen Abschnitten der Zunge, sowie zu dem Ganglion submaxillare und zur Glandula submaxillaris gelangen. In physiologischer Hinsicht enthält die Chorda tympani teils zentripetale, dem Geschmackssinne dienende Fasern, welche in den N. intermedius des Facialis gelangen, teils zentrifugale Fasern: Sekretionsfasern für die Glandulae submaxillaris und sublingualis.

c) Während der N. lingualis über die Glandula submaxillaris wegzieht, verbindet er sich durch kurze Zweige mit dem Ganglion submaxillare (Fig. 289). Das hintere Bündel geht vom Lingualis zum Ganglion, das vordere vom Ganglion zum Lingualis.

d) Auf der Außenseite des M. hyoglossus verbindet sich der N. lingualis durch einen einfachen oder doppelten Faden, Rami anastomotici cum nervo hypoglosso, bogenförmig mit einem der Endäste des N. hypoglossus (Fig. 301). Der letztere empfängt hierdurch sensible Fasern für seine Endausbreitung in der Zunge (nach E. Bischoff), oder die sensiblen Fasern laufen im Hypoglossus zentralwärts weiter und bedingen die Sensibilität dieses Nerven bei seinem Austritt aus der Schädelhöhle (Luschka).

Äste.

1. Noch bedeckt vom M. pterygoideus internus entläßt der N. lingualis einige feine Zweige zum hinteren Teil der Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle, Rr. isthmi faucium (Arnold).

2. Am hinteren Rande der Glandula sublingualis geht aus dem N. lingualis der N. sublingualis hervor. Er zieht an der lateralen Fläche der Drüse nach vorn und versorgt teils letztere, teils die Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle, teils den vorderen Abschnitt des Zahnfleisches mit feinen Zweigen. Die in die Drüse dringenden Fasern stammen aus dem Ganglion submaxillare, sowie aus besonderen Gruppen von Ganglienzellen, welche in die Zweige eingestreut sind und zur Bildung eines besonderen Ganglion, des Ganglion sublinguale Veranlassung geben können. Fig. 289.

3. Rami linguales (Fig. 301). Dies sind die zahlreichen Endäste des N. lingualis für die vordere Hälfte der Zunge. Sie erstrecken sich auf die Schleimhaut des Rückens, der Seitenränder und der Spitze der Zunge und endigen besonders in den Papillae fungiformes und filiformes. Die Rami linguales führen teils einfache sensible Fasern aus dem Trigeminus, teils Geschmacksfasern aus der Chorda tympani. In die feinere Verästelung der Rami linguales sind viele mikroskopische Ganglien eingestreut (s. unten: R. lingualis n. glossopharyngei). Siehe ferner Abt. IV, Fig. 94.

Die Ganglien des III. Astes des Trigeminus.

Abgesehen von den kleinen peripheren Ganglien in der Peripherie des N. lingualis kommen im Gebiete des III. Astes des Trigeminus zwei größere sympathische Ganglien vor, das Ganglion oticum und das Ganglion submaxillare.

A. Ganglion oticum. Fig. 287, 288.

Der Ohrknoten ist ein abgeplatteter, länglichrunder Körper von 3—4 mm größtem Durchmesser, welcher dicht unter dem Foramen ovale an der medialen Seite des III. Astes des Trigeminus und an der lateralen Fläche des M. tensor tympani gelegen ist. Seine Nervenzellen sind multipolar. Er steht mit mehreren Nerven in Verbindung, die als seine Wurzeln bezeichnet werden; andererseits entsendet er eine Reihe von Ästen.

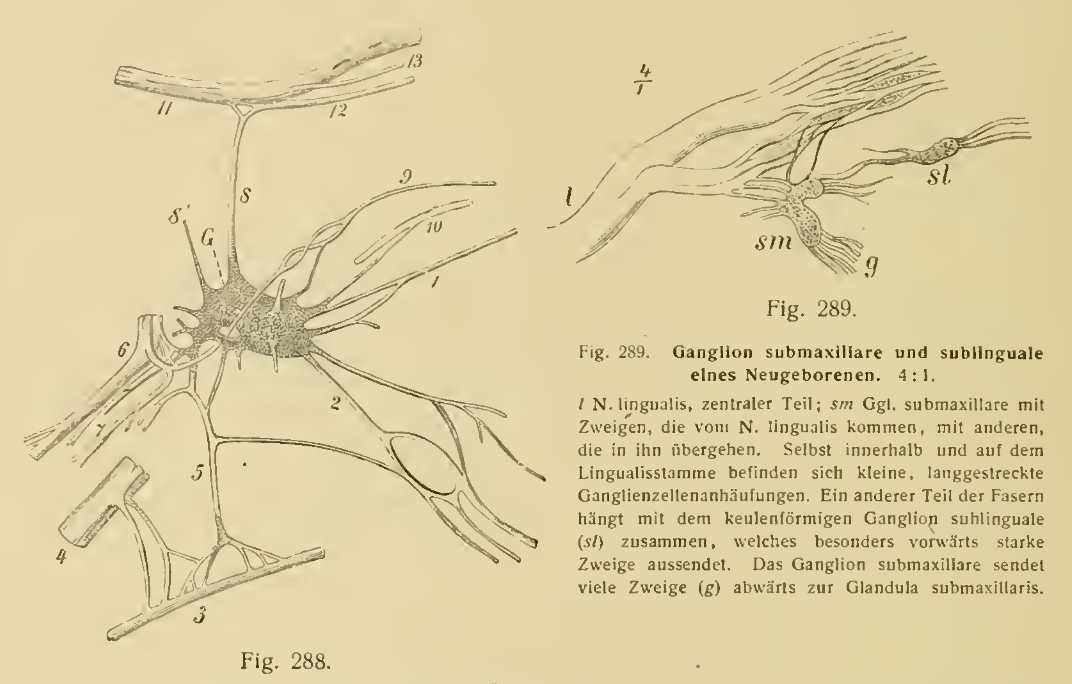


Fig. 288.

Fig. 288. **Wurzeln und Äste des Ganglion oticum.** 3 : 1.
G Ganglion oticum; 1 N. petrosus superficialis minor; 2 Verbindungszweig zum N. auriculotemporalis; 3 Chorda tympani; 4 N. lingualis; 5 Verbindungszweig des Ganglion zu der Chorda tympani; 6 N. pterygoideus internus; 7 N. tensoris veli palatini; 8, 8' Nn. sphenoidales; 9 N. tensoris tympani; 10 N. spinosus; 11 N. canalis pterygoidei; 12 N. petrosus superficialis major; 13 N. caroticotympanicus superior.

Fig. 289.

Fig. 289. **Ganglion submaxillare und sublinguale eines Neugeborenen.** 4 : 1.
l N. lingualis, zentraler Teil; *sm* Ggl. submaxillare mit Zweigen, die vom N. lingualis kommen, mit anderen, die in ihn übergehen. Selbst innerhalb und auf dem Lingualisstamme befinden sich kleine, langgestreckte Ganglienzellenanhäufungen. Ein anderer Teil der Fasern hängt mit dem keulenförmigen Ganglion sublinguale (*sl*) zusammen, welches besonders vorwärts starke Zweige aussendet. Das Ganglion submaxillare sendet viele Zweige (*g*) abwärts zur Glandula submaxillaris.

Wurzeln des G. oticum.

1. Verbindungszweige mit dem III. Aste des Trigeminus, welche, wenn nicht alle, so doch größtenteils in die Bahn des N. pterygoideus internus und seiner Äste übergehen. Sie stellen die Radix motoria von Fr. Arnold dar.

2. Verbindungszweige mit dem die A. meningea media umspinnenden sympathischen Geflechte, Ramus anastomoticus cum n. spinoso; sie bilden die Radix sympathica von Arnold.

3. Der N. petrosus superficialis minor (Fig. 287). Er ist ein Verbindungsstrang des Ganglion oticum mit dem Ganglion petrosum n. glossopharyngei, zugleich des Ganglion geniculi n. facialis, und tritt an das hintere Ende des Ganglion oticum heran. Seine Fasern stammen größtenteils aus dem N. tympanicus des Glossopharyngeus. Das obere Endstück des N. tympanicus nämlich, eines Astes des Ganglion petrosum, tritt aus der Paukenhöhle in die Schädelhöhle durch die Apertura superior canaliculi tympanici, nimmt hier einen Faden vom Knie des N. facialis auf, verläuft im Sulcus petrosus superficialis minor, tritt darauf durch die Fissura sphenopetrosa an die untere Fläche der Schädelbasis und senkt sich in das Ganglion oticum ein. Arnold beschrieb den N. petrosus superficialis minor als Radix sensitiva.

4. Eine vierte zentrale Verbindung besitzt das Ganglion oticum durch den Nervulus sphenoidalis internus mit dem Ganglion sphenopalatinum, indem der genannte feine Nerv vom Ganglion ausgeht und zum N. canalis pterygoidei gelangt.

5. Ein fünfter Verbindungszweig ist der Nervulus sphenoidalis externus, welcher sich nach C. Krause zum Ganglion semilunare n. trigemini begibt.

Die in periphere Bahnen laufenden Äste des Ganglion oticum sind:

1. Starke blasse Zweige zum N. auriculotemporalis, Ramus anastomoticus cum n. auriculotemporali;
2. Zweige zur Chorda tympani, Ramus anastomoticus cum chorda tympani;
3. Ein Faden zum N. tensoris tympani;
4. Ein Zweig zum N. pterygoideus internus;
5. Ein Zweig zum N. tensoris veli palatini;
6. Ein Zweig zum N. buccinatorius, sowie einige andere Zweige von unbekanntem Verlauf.

B. Ganglion submaxillare. Fig. 289 und Abt. IV, Fig. 72.

Der Zungen- oder Unterkieferknoten, im Jahre 1740 von J. Fr. Meckel zuerst beschrieben, ist von veränderlicher Gestalt, 3—3,5 mm größtem Durchmesser, liegt über der Glandula submaxillaris und ist mit dem N. lingualis durch ein hinteres und ein vorderes Bündel verbunden.

Ersteres führt dem Ganglion Lingualis- und Chorda-Fasern zu; das vordere führt Ganglionfasern in den Lingualis. Das hintere Bündel enthält nach dem Schema von Arnold die Radix motoria und sensitiva des Ganglion; als Radix sympathica werden mehrere feine Fäden betrachtet, welche vom Plexus arteriae maxillaris externae ausgehen und zum Ganglion gelangen.

Das Ganglion gibt 5—6 zarte Zweige zur Unterkieferdrüse, Rami submaxillares, ab, welche von seinem unteren Rande ausgehen. Die meisten dringen mit dem Ductus submaxillaris in den Hilus der Drüse ein und stellen deren Sekretionsnerven dar. Einige feine Fäden folgen dem Ausführungsgange bis zur Caruncula sublingualis.

Vom vorderen Rande des Ganglion gehen jene Fäden, Rami communicantes cum n. linguali, aus, welche sich zum N. lingualis und mit ihm zur Zunge begeben. Zuweilen gelangen einige Fädchen aus dem Ganglion zum N. hypoglossus, um sich mit ihm peripherisch zu verbreiten.

Das Ganglion submaxillare und sublinguale enthalten multipolare Nervenzellen.

Verbreitungsgebiet des Trigeminus und seiner Ganglien. Fig. 290.

Das Gesamtgebiet, in welchem die beiden Wurzeln des Trigeminus und die an diesen Nerven sich anschließenden Ganglien sich verbreiten, ist sehr ausgedehnt und gibt, wie der Ursprung des Nerven, zu einer Menge schwieriger Fragen Veranlassung.

Der am höchsten gelegene erste Ast versorgt mit sensiblen Fasern den Augapfel und die Augenmuskeln, die Tränendrüse, einen Teil der Nasenschleimhaut, die Haut des Kopfes von der Augenlidspalte bis zum Scheitel.

Der zweite Ast, ebenfalls sensibel, nimmt seine Ausbreitung vorzugsweise im Gesicht zwischen Lid- und Mundspalte, in den Zähnen des Oberkiefers, am Gaumen, in der Nasenhöhle und der Kieferhöhle.

Der dritte Ast sendet in absteigender Richtung sensible Zweige zur Zunge, zu den Zähnen und der Haut des Unterkiefers; in aufsteigender Richtung führt er dem äußeren Ohr und der Haut der Schläfe Fasern zu. Mit motorischen Fasern versorgt er die Kaumuskeln, den M. mylohyoideus und den Venter anterior des M. digastricus.

Jeder der Äste entläßt ferner einen Ramus meningeus und versorgt das diesem Nerven zukommende Gebiet der Wände der Schädelhöhle.

VI. N. abducens. Fig. 273, 275, 291.

Im Nucleus n. abducentis der Brücke entsprungen, tritt der Abducens am kaudalen Rande der Brücke, zwischen dieser und der Pyramide zur Oberfläche. Er ist rein motorisch, enthält etwa 2600 Nervenfasern und ist gleich dem N. trochlearis für einen Muskel bestimmt, den M. rectus oculi lateralis.

Gegen den Clivus verlaufend tritt er lateral hinter dem Dorsum sellae durch den Porus abducentis in den Sinus cavernosus ein. In letzterem hat er, von einer Durascheide umgeben, an der lateralen Seite der Carotis interna seine Lage, verläßt den Sinus, gelangt zur Fissura orbitalis superior und betritt unterhalb des Oculomotorius die Orbita. Zwischen beiden Köpfen des M. rectus lateralis durchtretend senkt er sich endlich in diesen Muskel an dessen innerer Fläche ein.

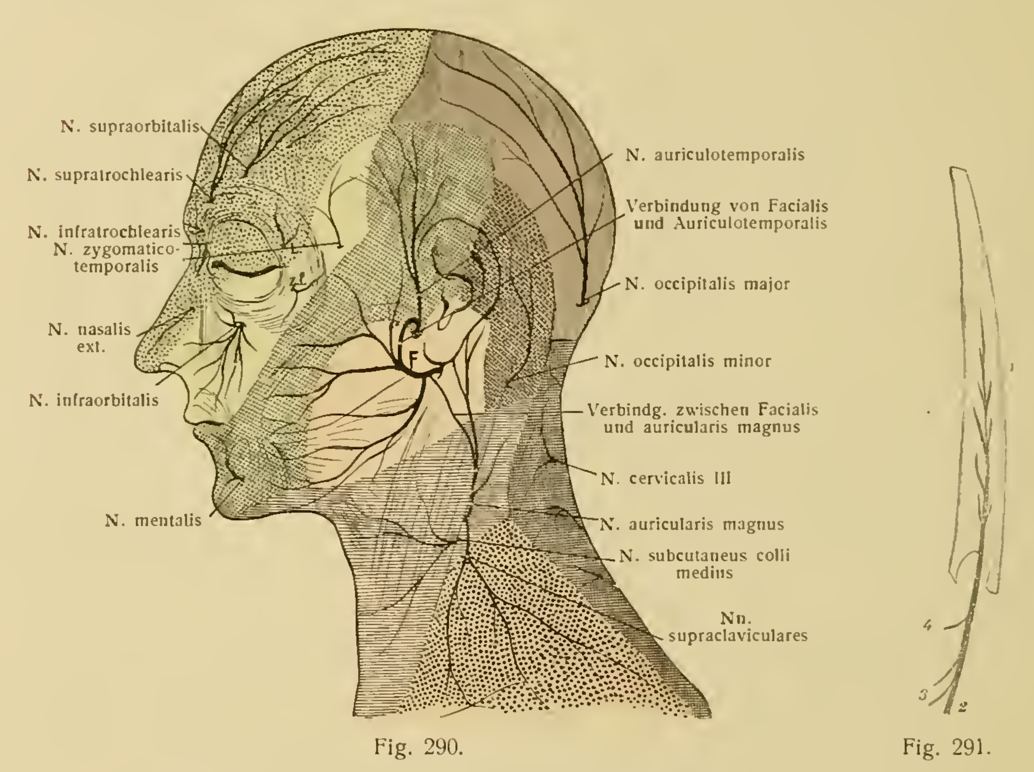


Fig. 290. Fig. 291.

Fig. 290. **Hautnervenfelder des Kopfes und Halses.** (Aus Corning, topogr. Anat.) Gelb: N. trigeminus (Ast I punktiert, Ast II glatt, Ast III schraffiert). Rot: Cervicalnerven. *L.* N. lacrimalis; *z.f.* N. zygomaticofacialis; *F.* N. facialis.

Fig. 291. **Schema des N. abducens und des M. rectus oculi lateralis.** 1 M. rectus lateralis; 2 Stamm des N. abducens; 3 zwei Verbindungszweige mit dem N. sympathicus; 4 Verbindung mit dem R. I n. trigemini.

Im Sinus cavernosus empfängt er einige Fäden vom Plexus caroticus internus, welche in die periphere Bahn des Abducens übergehen.

An der Eintrittsstelle in die Orbita nimmt er einen Faden vom I. Aste des Trigeminus auf, der ihn mit sensiblen Fasern ausstattet.

VII. N. facialis. Fig. 282, 283, 285, 287, 292—297.

Der N. facialis entspringt im Nucleus n. facialis und tritt am hinteren Rande des Brückenarmes zur Oberfläche. Zwischen seiner Austrittsstelle und derjenigen des N. acusticus kommt der N. intermedius zum Vorschein, welcher sich dem Facialis zugesellt.

Facialis, Intermedius und Acusticus wenden sich darauf vorwärts und lateralwärts und treten, von Fortsetzungen der Hirnhäute umgeben, in den Meatus acusticus internus ein (Fig. 273, 297). Der Facialis liegt dabei mit dem Intermedius in einer Rinne an der vorderen, medialen Seite des Acusticus. Im Grunde des inneren Gehörganges tritt der Facialis in den Canalis facialis ein, durchläuft die erste Strecke desselben bis zum Hiatus canalis facialis in der Richtung nach vorn und lateral, biegt hier, indem er das Geniculum nervi facialis bildet, fast rechtwinkelig um und zieht nach lateral und hinten, indem er zwischen der Prominentia canalis semicircularis lat. und der Fenestra vestibuli liegt (Fig. 282); darauf wendet er sich im Bogen abwärts, verläuft 1—2 mm hinter dem Paries mastoideus

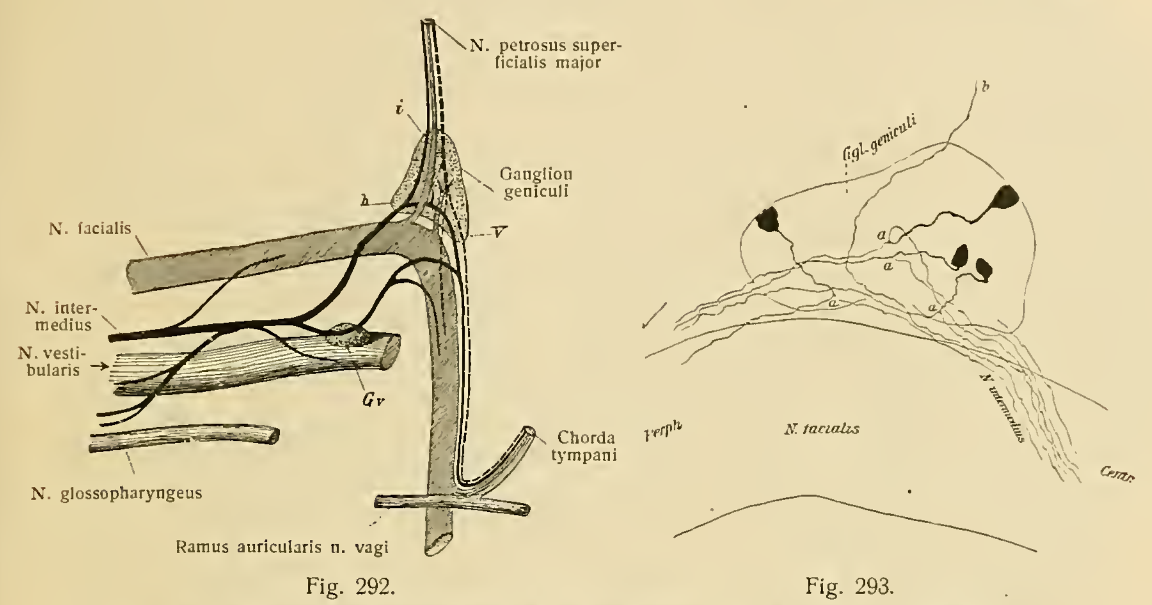


Fig. 292. Fig. 293.

Fig. 292. **Schema der Nervenbahnen im Knie des Facialis.** (Rechts.) (R. Penzo, 1893.)
Gv Ganglion vestibulare; *i* innerer, *h* hinterer, *v* vorderer Winkel des Ganglion geniculi; in ausgezogenen schwarzen Linien sind der N. intermedius und seine Fasern dargestellt; – – – – sind Fasern, welche aus dem II. Ast des N. trigeminus stammen und vom Ganglion sphenopalatinum kommen.

Fig. 293. **Ganglion geniculi einer neugeborenen Maus.** (Lenhossék.)
Pseudounipolare Nervenzellen und die aus der Teilung ihres Fortsatzes hervorgehenden Intermediusfasern.
a Teilungsstellen; *b* isoliert imprägnierte Faser des N. petrosus superf. major.

des Mittelohres und tritt durch das Foramen stylomastoideum aus dem Schädel heraus. Dann gelangt er sofort in die Parotis und verläuft unterhalb des äußeren Gehörganges, lateral vom Venter posterior des Digastricus und von der A. carotis externa. Innerhalb der Parotis teilt er sich in zwei Hauptäste. Diese beiden gehen wieder Teilungen und Verbindungen ihrer Zweige ein, so daß hierdurch ein Geflecht, Plexus parotideus, entsteht (Fig. 295). Vom vorderen Rande der Parotis strahlen darauf die Endäste fächerförmig aus, um die Gesichtsmuskeln zu versorgen. Da auch noch hintere absteigende und hintere aufsteigende Äste vorhanden sind, so ist es fast ein kreisförmig gestaltetes Endgebiet, zu welchem der Facialis jenseits des Foramen stylomastoideum radiale Zweige sendet.

Am Geniculum nervi facialis befindet sich ein Ganglion, das Ganglion geniculi (Fig. 297), in welches sich, wie in ein Spinalganglion, der N. intermedius gleich einer hinteren Wurzel einsenkt.

Abgesehen vom Intermedius, welcher Geschmacksfasern führt, ist der Facialis ein motorischer Nerv und versorgt alle Muskeln des Schädeldaches, des äußeren Ohres, des Gesichtes (nicht aber die Kaumuskeln), den M. buccinator, den M. stapedius, M. stylohyoideus, Venter posterior des M. digastricus. Eine besondere Art seiner motorischen Fasern bilden die in ihm enthaltenen sekretorischen Fasern für die Speicheldrüsen (ohne Parotis), welche durch die Vermittlung des Trigeminus (siehe diesen) zu ihrem Ziele gelangen. Schon im Canalis facialis werden dem Facialis sensible Fasern zugeführt, und zwar aus dem Trigeminus durch den N. petrosus superficialis major. Viel ausgedehnter ist die Beimischung sensibler Fasern zu den Endästen im Gesicht.

a) Vom Porus acusticus internus bis zum Austritt aus dem Foramen stylomastoideum sind am Facialis folgende Äste und Verbindungen vorhanden:

1. N. petrosus superficialis major (Fig. 282, 283, 296). Er zieht vom Ganglion geniculi zum Ganglion sphenopalatinum, ist aber mehr als eine Verbindung beider Ganglien; siehe S. 305 und unten.

2. Ramus anastomoticus cum plexu tympanico. Er geht vom Ganglion geniculi oder dem Anfang des N. petrosus superficialis major zum Plexus tympanicus. Fig. 282.

3. N. stapedius. Er entspringt vom absteigenden Teil des Facialis und dringt durch eine Öffnung am Grunde der Eminentia pyramidalis in den von dieser beherbergten M. stapedius ein.

4. Chorda tympani (Fig. 296). Die Paukensaite tritt vom Facialisstamm im unteren Teil des Canalis facialis unter einem dorsalwärts offenen spitzen Winkel ab, dringt durch den Canaliculus chordae in die Paukenhöhle, zieht von deren Schleimhaut bekleidet, zwischen dem Crus longum incudis und Manubrium mallei zur Fissura petrotympanica (Glaseri), gelangt durch diese aus der Schädelbasis und verbindet sich, vorwärts und abwärts laufend, spitzwinkelig mit dem N. lingualis. Während sie in der Nähe des Ganglion oticum vorbeizieht, tritt sie durch ein, auch Ganglienzellen enthaltendes Geflecht mit dem Ganglion oticum in Verbindung (Fig. 288). Der größte Teil der Fasern der Paukensaite geht, zentralwärts verfolgt, in den zentralen Teil des Facialis über; in vielen Fällen läuft jedoch ein kleiner Teil von Chordafasern peripher im Facialis weiter.

5. R. anastomoticus c. ramo auriculari n. vagi. Der im Canaliculus mastoideus verlaufende R. auricularis n. vagi kreuzt sich mit dem Facialis und tritt mit ihm durch ein bis zwei Fädchen in Verbindung, welche im Facialis teils zentralwärts, teils peripher verlaufen.

b) Vom Austritt des N. facialis aus dem Foramen stylomastoideum bis zum Eintritt in die Glandula parotis sind folgende Äste und Verbindungen vorhanden:

1. N. auricularis posterior (Fig. 295). Er tritt dicht am Foramen stylomastoideum vom Stamme ab und wendet sich nach hinten-oben, indem er auf der vorderen Fläche des Processus mastoideus aufsteigt. Hier teilt er sich in einen vorderen und einen hinteren Zweig. Der Ramus auricularis versorgt den M. auricularis posterior, den hinteren Teil des M. auricularis superior, den M. transversus und M. obliquus auriculae, sowie den M. antitragicus mit motorischen Fasern; der Ramus occipitalis zieht zum M. occipitalis. Auf dem Wege zu den genannten Muskeln verbindet sich der N. auricularis posterior mit Fäden sensibler

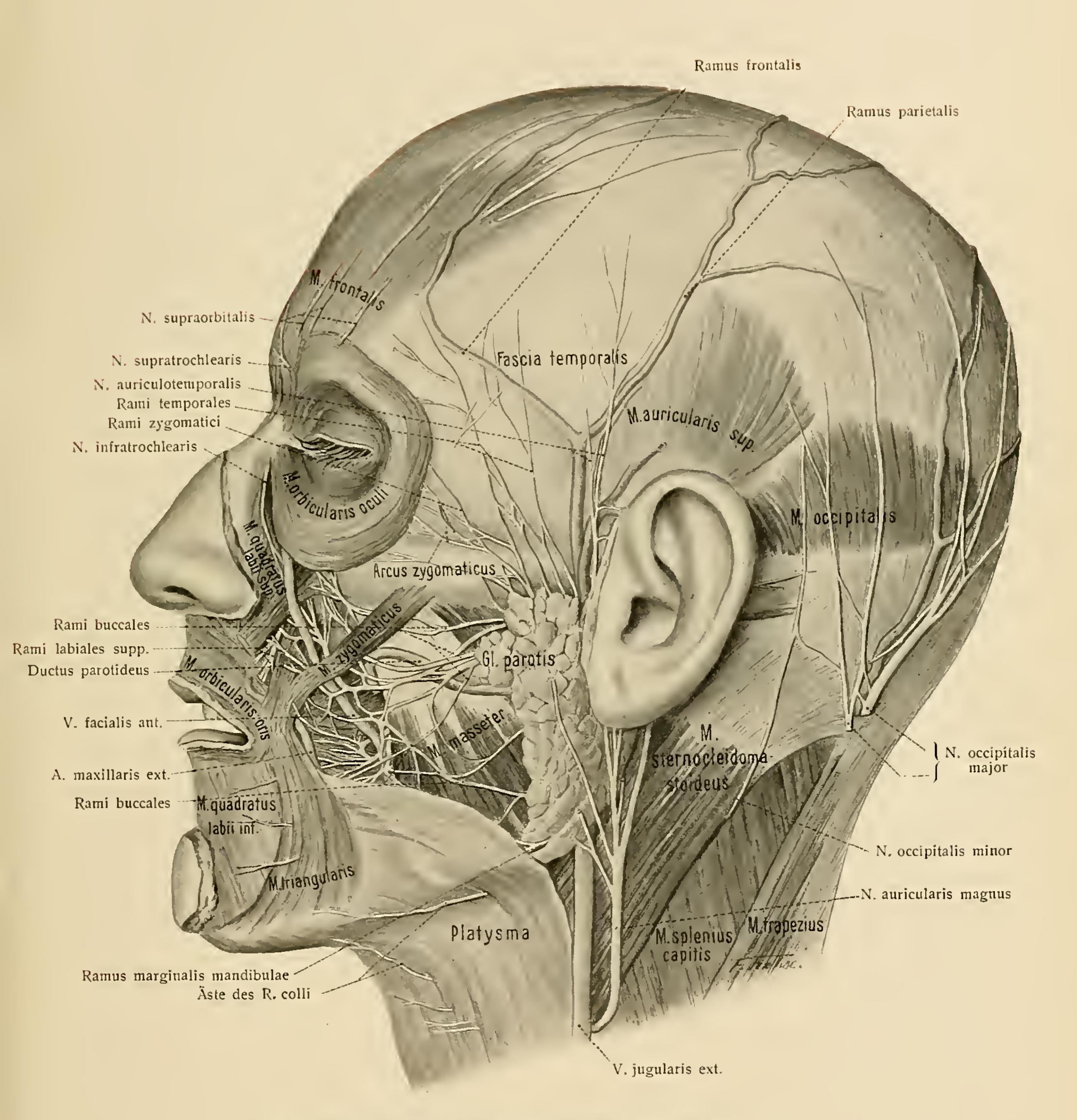


Fig. 294. Oberflächliche Nerven des Kopfes I ($^{7}/_{10}$).

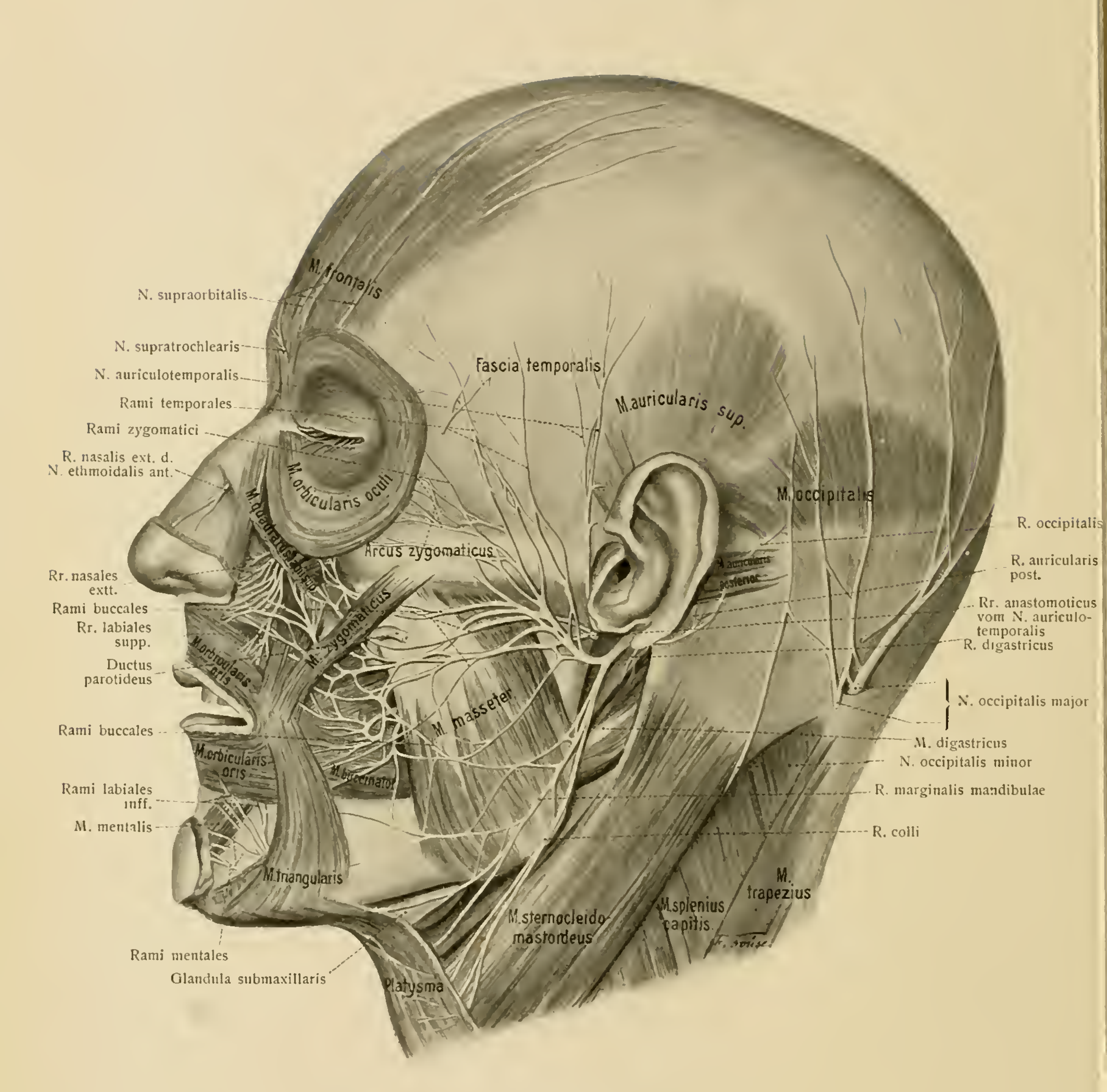


Fig. 295. Oberflächliche Nerven des Kopfes II (7/10).

Das Präparat der Fig. 294 nach Wegnahme der Parotis, eines Teils des M. quadratus labii sup., des M. quadratus labii inf. und des Platysma.

Zweige der Halsnerven (nämlich des N. auricularis magnus und occipitalis minor), sowie mit dem R. auricularis n. vagi.

2. Der R. digastricus (Fig. 295, 296) entspringt dicht unter dem vorhergehenden und zieht zum hinteren Bauch des M. digastricus. Er entsendet einen Zweig zum M. stylohyoideus, Ramus stylohyoideus. Vom R. digastricus geht der Ramus anastomoticus cum n. glossopharyngeo ab. Fig. 296, 13.

c) Innerhalb der Parotis teilt sich der Facialis in zwei Hauptäste, einen oberen und einen unteren. Diese teilen sich wiederum in zahlreiche Äste, welche vielfach miteinander in Verbindung stehen und so den Plexus parotideus innerhalb der Parotis bilden. Am Rande der Drüse strahlen radiär die Gesichtsäste des Facialis aus, während die Rami anastomotici cum n. faciali des N. auriculotemporalis von der Tiefe her zum Plexus parotideus gelangen. Fig. 295.

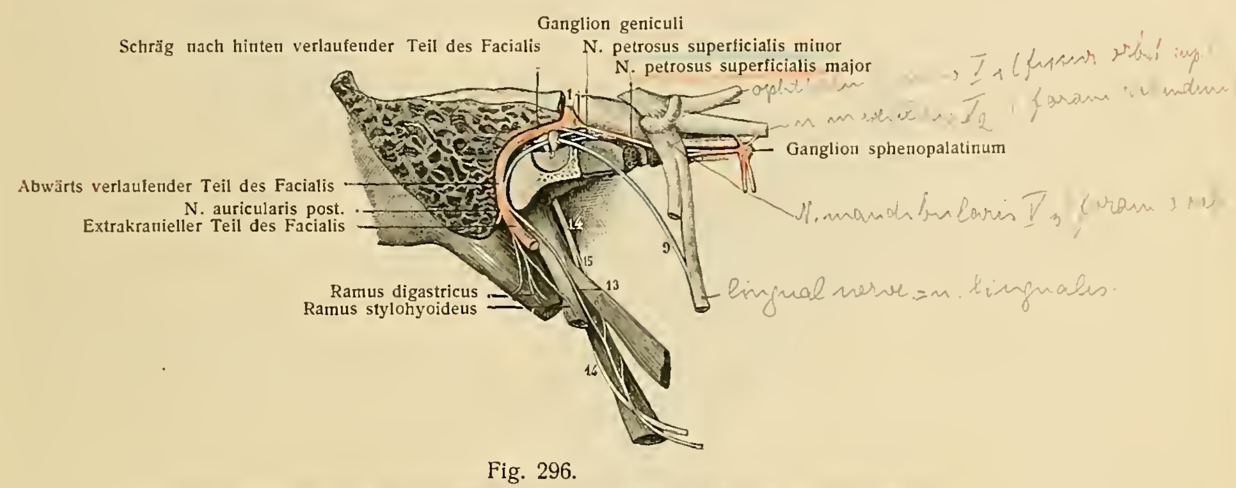


Fig. 296.

Der Facialis im Fallopischen Kanal samt seinen Verbindungen von außen her freigelegt.
(Nach Hirschfeld und Leveillé.) 3:5.

Die äußeren Abteilungen des Warzen- und Felsenteiles des Schläfenbeines sind durch einen nahezu senkrechten Schnitt entfernt; der Canalis facialis ist in seiner ganzen Länge eröffnet; der Anulus tympanicus samt Trommelfell sind zum Teil erhalten, ebenso die mediale Wand des Canalis pterygoideus.
1 Facialis während seines anfänglich horizontalen Verlaufes; 9 Chorda tympani; 13. R. anastomoticus cum n. glossopharyngeo; 14 N. glossopharyngeus; 15. R. stylopharyngeus.

Die Gesichtsäste des Facialis (Fig. 294, 295) sind:

1. Rami temporales, meist drei Zweige, die über den Jochbogen aufwärts und nach vorn ziehen. Der hintere Zweig versorgt den vorderen Teil des M. auricularis superior, den M. auricularis anterior, M. helicis minor und M. tragicus; der mittlere den M. frontalis; der vordere den oberen Teil des M. orbicularis oculi und den M. corrugator supercilii.

2. Rami zygomatici (3—4). Sie ziehen gegen das Jochbein, versorgen den lateralen unteren Teil des M. orbicularis oculi, sowie den M. zygomaticus.

3. Rami buccales (3—4). Sie ziehen über die Mitte des Masseter und versorgen den M. quadratus labii superioris und Caninus, ferner alle Muskeln der Nase, den M. buccinator und den M. orbicularis oris.

4. Ramus marginalis mandibulae. Er zieht einfach oder gespalten längs des Unterkieferrandes zum Kinn und versorgt die Mm. risorius, triangularis, quadratus

labii inferioris, mentalis. Er geht mit dem vorigen und den folgenden Nerven Verbindungen ein.

5. Ramus colli. Er verläuft, vom Platysma bedeckt, hinter dem Unterkieferwinkel abwärts und vorwärts, verbindet sich mit dem aus dem III. Halsnerven stammenden sensiblen N. cutaneus colli und versorgt für sich allein das Platysma (v. Bardeleben).

Von Verbindungen der Gesichtszweige des Facialis mit sensiblen Nerven ist hervorzuheben, daß folgende makroskopisch dargestellt werden können:

Die Verbindungen mit dem N. auriculotemporalis.

Verbindungen der Rami zygomatici mit dem R. zygomaticofacialis des N. zygomaticus.

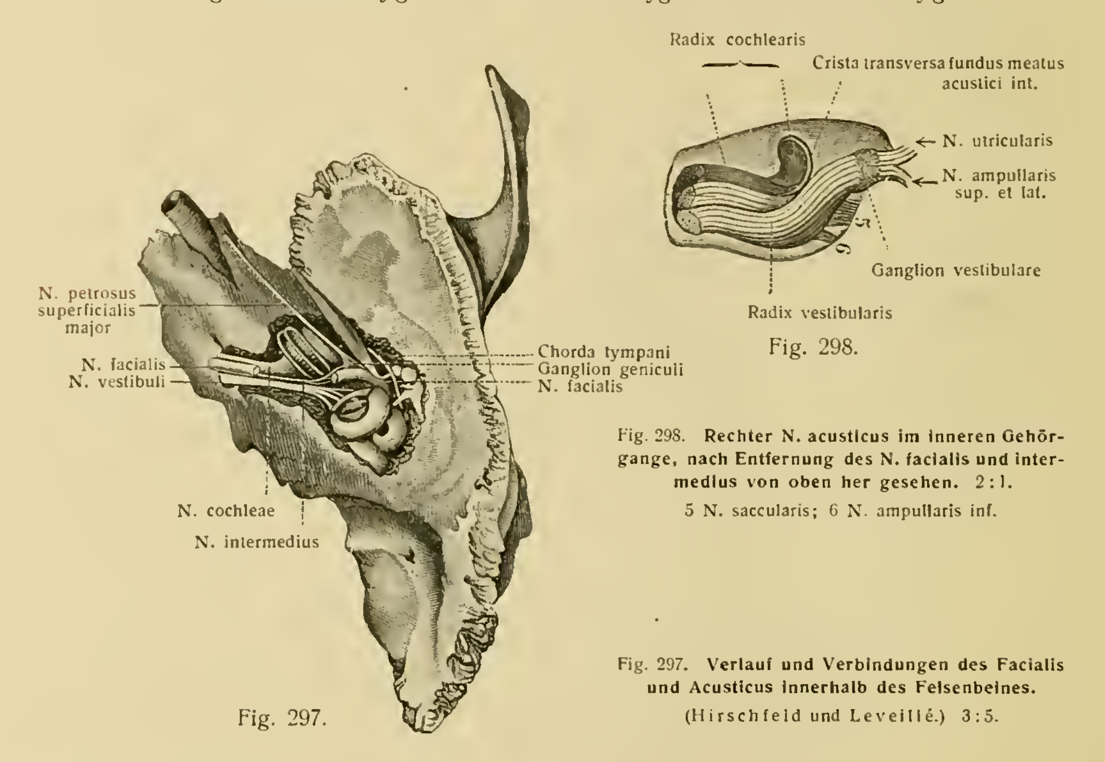


Fig. 298. **Rechter N. acusticus im inneren Gehörgange, nach Entfernung des N. facialis und intermedius von oben her gesehen.** 2:1. 5 N. saccularis; 6 N. ampullaris inf.

Fig. 297. **Verlauf und Verbindungen des Facialis und Acusticus innerhalb des Felsenbeines.** (Hirschfeld und Leveillé.) 3:5.

Verbindungen der Rami buccales mit dem N. infraorbitalis und dem N. buccinatorius; das mit dem ersteren Nerven gebildete Geflecht führt den Namen Plexus infraorbitalis.

Verbindungen des N. marginalis mandibulae mit dem N. mentalis.

Frohse, Fr., Die oberflächlichen Nerven des Kopfes. Berlin-Prag, Fischer, 1895. — Penzo, Über das Ganglion geniculi und die mit ihm zusammenhängenden Nerven. Anat. Anz. VIII, 1893. — Popowsky, J., Zur Entwicklungsgeschichte des N. facialis beim Menschen. Morphol. Jahrb. XXIII.

Ganglion geniculi. Fig. 292, 293.

Der Verlauf der Fasern im Gebiete des mit pseudounipolaren Zellen ausgestatteten, spinalartigen Ganglion geniculi ist verwickelt, wie Fig. 292 andeutet.

Daß das Ganglion geniculi zu dem N. intermedius gehört und daß der periphere Fortsatz seiner pseudounipolaren Zellen zumeist in die Peripherie des N. facialis gelangt, ist durch M. v. Lenhossék festgestellt worden (1895). Doch liegen bezüglich der verschiedenen Bahnen der hier zusammenkommenden Nerven noch weitere Verwicklungen vor.

VIII. N. acusticus. Fig. 273, 297, 298.

Die Wurzelbündel des N. acusticus nehmen beide Portionen des N. facialis in einer medialen Rinne auf, sind mit ihnen durch feine Fäden, Fila anasto-

motica verbunden, und betreten zusammen mit diesem Nerven den Meatus acusticus internus. Am Grunde des letzteren trennt sich der N. facialis vom N. acusticus. Dieser aber, der gar keinen Stamm besitzt, sondern nur Wurzeln und Zweige, besteht aus einer Radix vestibularis und einer Radix cochlearis. Beiden Wurzeln kommt je ein spinalartiges Ganglion zu, das Ganglion vestibulare und das Ganglion spirale. Letzteres hat in der Schnecke, ersteres der Hauptmasse nach im Grunde des Meatus acusticus internus seine Lage. Die Ganglien stellen die Ursprungsganglien des N. acusticus, das Ganglion acusticum dar. Erst vom Ganglion an kann man vom Nervus vestibuli und vom N. cochleae sprechen.

Der N. vestibuli teilt sich (Streeter) in eine Pars sup. und eine Pars inf. Erstere gibt ab den N. ampullaris sup., N. ampullaris lat., N. utricularis, letztere den N. saccularis und den N. ampullaris post.

Der N. cochleae versorgt mit seinen Ramuli spirales ausschließlich die Schnecke.

Die Namen bezeichnen das Endgebiet (siehe Sinnesorgane).

Der N. vestibuli besitzt ein Ganglion, welches infolge seiner Größe und leicht gelblichen Farbe schon mit freiem Auge erkennbar ist, das im Grunde des inneren Gehörganges gelegene Ganglion vestibulare (Scarpae). Es enthält bipolare oppositopole Ganglienzellen gleich den Spinalganglien der Fische und unterbricht die einzelnen Fasern. Das entsprechende Ganglion des Schneckennerven hat seine Lage in der Schnecke selbst und ist gemäß der spiraligen Aufblätterung des Schneckennerven ein langer spiraliger Streifen, Ganglion spirale (siehe Sinnesorgane).

Streeter, G. L., On the development of the membranous labyrinth and the acustic and facial nerves in the human embryo. Amer. Journ. Anat. Bd. VI, 1906/07.

IX. N. glossopharyngeus. Fig. 282, 296, 299—301.

Über die Ursprungskerne dieses Nerven siehe S. 231. Darnach ist der Nerv von Anfang an gemischt, d. h. aus einem sensiblen und einem motorischen Teil zusammengesetzt. Seine Wurzelbündel verlassen das Gehirn im rostralen Teil des Sulcus lateralis posterior medullae oblongatae. Sie senden (nach Bochdalek) feine Fäden zur Pia und sammeln sich alsbald zu einem vorderen kleineren und hinteren größeren Strange, die sich dicht aneinanderlegen und vereinigt zur vorderen Abteilung des Foramen jugulare ziehen, wo der Nerv eine besondere Durascheide erhält.

Hier lagert sich dem sensiblen Bündel ein an Größe wechselndes Ganglion ein, das Ganglion superius (Fig. 299). Unmittelbar nach seinem Austritt aus dem Foramen jugulare schwillt der Nerv zum größeren Ganglion petrosum an, welches in der Fossula petrosa liegt. Die Zellenform ist in beiden Ganglien die pseudounipolare, wie in den Spinalganglien.

Vom Ganglion petrosum an zieht der Nerv zuerst zwischen der V. jugularis interna und der A. carotis interna, sodann zwischen der letzteren und dem M. stylopharyngeus herab, wendet sich um den hinteren Rand dieses Leitmuskels des Nerven auf dessen laterale Fläche (Fig. 296) und gelangt in einem nach unten und hinten konvexen Bogen zwischen dem M. stylopharyngeus und dem M. styloglossus zur Zungenwurzel.

Außer motorischen und einfach sensiblen Fasern enthält der Nerv vor allem Geschmacksfasern, die ihn zum Hauptgeschmacksnerven stempeln.

a) Vom Ganglion petrosum gehen folgende Äste aus:

1. Der N. tympanicus (Fig. 282). Er dringt durch die Apertura inferior canaliculi tympanici in die Paukenhöhle, durchzieht letztere im Sulcus tympanicus, gelangt durch die im Tegmen tympani enthaltene Apertura superior canaliculi tympanici auf die obere Fläche der Schläfenbeinpyramide und heißt dann N. petrosus superficialis minor, der sich wie oben (S. 314) gesagt wurde, in das Ganglion oticum einsenkt. Dadurch entsteht die Jacobsonsche Anastomose, welche das Ganglion petrosum mit dem Ganglion oticum verbindet. Durch Verbindungen der Anastomose mit Ästen des N. facialis und N. sympathicus entsteht ein Plexus, Plexus tympanicus (Jacobsoni), der (nach Vitali) auch (gefensterte) Nervenzellen (siehe S. 49) führt. Vitali, Intern. Monatschr. Anat. u. Phys. Bd. XXVI, 1909.

Der Verbindungszweig des Facialis, Ramus anastomoticus cum plexu tympanico, geht in der Gegend des Knies des Facialis vom letzteren oder vom N. petrosus superficialis major aus.

Die Verbindung des N. tympanicus mit dem Sympathicus ist meist einfach, seltener doppelt. Der untere Verbindungsast, N. caroticotympanicus inferior, entspringt aus dem Plexus caroticus in der Gegend der unteren Mündung des Canalis caroticus und gelangt durch den Canaliculus caroticotympanicus inferior in die Paukenhöhle und zum N. tympanicus. Der obere Verbindungsast, N. caroticotympanicus superior, geht vom N. tympanicus zum Plexus caroticus durch den Canaliculus caroticotympanicus superior.

Als periphere Zweige des N. tympanicus sind zu nennen:

α. Ramuli tympanici, für die Schleimhaut der Paukenhöhle und der Zellen des Processus mastoideus;

β. Ramus tubae (Fig. 282); er zieht an der medialen Tubenwand vorwärts bis zum Ostium pharyngeum tubae.

2. R. anastomoticus cum nervo vago: 1—2 Fäden, welche das Ganglion petrosum n. glossopharyngei mit dem Vagus dicht unterhalb seines Jugularknoten verbinden; ferner ein Faden, welcher vom Ganglion petrosum zum Ramus auricularis n. vagi zieht: Ramus anastomoticus cum ramo auriculari n. vagi.

3. Ramus anastomoticus cum n. sympathico; er verbindet das Ganglion petrosum mit dem Ganglion cervicale superius des Sympathicus.

4. Ramus anastomoticus cum n. faciali. Er geht dicht unter dem Ganglion petrosum vom Stamme ab und verbindet sich mit einem Faden vom Ramus digastricus des N. facialis zu einer unten konvexen Schlinge. Vielleicht gelangen so motorische Facialisfasern in den Glossopharyngeus, die ihn später wieder verlassen.

b) Die peripheren Äste des N. glossopharyngeus sind die folgenden:

1. Rami pharyngei (2—3). Sie gehen in verschiedener Höhe vom Stamme ab, verbinden sich mit den Schlundästen des Vagus und Sympathicus und bilden mit diesen den an der Seitenwand des Schlundes gelegenen gemischten Plexus pharyngeus. Fig. 301 (vgl. S. 327).

2. N. stylopharyngeus; für den gleichnamigen Muskel und benachbarte Schleimhautteile.

3. Rami tonsillares; für die Schleimhaut der Mandel und der Gaumenbögen.

4. Rami linguales; sie sind die Endausbreitung des Nerven in der Zunge. Fig. 301.

Die submukösen Verzweigungen der Rami linguales in der Zunge gehen zahlreiche Verbindungen untereinander ein und sind durch die Einlagerung zahlreicher kleiner Ganglien ausgezeichnet. Auch der Plexus pharyngeus besitzt zahlreiche kleine Ganglien. Über die Mikroganglien des N. lingualis siehe S. 313.

X. N. vagus (pneumo-gastricus). Fig. 299—305, und Abt. IV, Fig. 110, 275.

Über die Ursprungskerne des von Anfang an gemischten Vagus siehe oben S. 232. Er tritt im Sulcus lateralis posterior der Oblongata mit 10—15 Wurzelbündeln zur Oberfläche. Der durch sie gebildete platte Nervenstamm wendet sich unter der Flocke zur vorderen oder Nervenabteilung des Foramen jugulare und wird hier mit dem N. accessorius in einer gemeinsamen Durascheide aufgenommen, welche ihn von dem N. glossopharyngeus trennt.

Im Anfange des Foramen jugulare treten die Wurzelbündel in ein ansehnliches Ganglion, Ganglion jugulare (Fig. 299, 300), welches einem Spinalganglion entspricht und einem großen Teil der sensiblen Fasern des Vagus als Ursprungskern dient.

Nach dem Austritt aus dem Foramen jugulare nimmt der Vagus den R. int. n. accessorii in seinen Stamm auf und schwillt darauf zu dem langgestreckten Ganglion nodosum an, welches gleichfalls pseudounipolare Nervenzellen führt. Am letzteren Ganglion streichen manche Vagusäste, wie der N. laryngeus superior, die Rami pharyngei u. a., einfach vorbei.

Unterhalb des Foramen jugulare liegt der Vagus vor der Vena jugularis interna und lateral vom N. hypoglossus. Der letztere zieht darauf an der hinteren Fläche des Ganglion nodosum vorüber an die laterale Seite des Vagus. Dieser liegt hier in der Furche zwischen der A. carotis interna (später der A. carotis communis) und der V. jugularis interna und verläuft vor dem Grenzstrange des Sympathicus, der rechte vor der A. subclavia dextra, der linke vor dem Arcus aortae zur Brusthöhle. (Die Erklärung dieses anscheinend verschiedenen Verlaufes beider Vagi gibt die Entwicklung der großen Gefäßstämme. Abt. III, S. 482.)

Hier tritt jeder Vagus an die hintere Wand des Bronchus seiner Seite, darauf an den Oesophagus und begleitet diesen, durch starke Astabgabe verjüngt, in die Bauchhöhle. Der linke Vagus liegt dabei auf der vorderen, der rechte auf der hinteren Seite des Oesophagus. (Die Erklärung hierfür siehe Abt. IV, S. 407).

Der Vagus verbreitet sich, wie der Glossopharyngeus, vorwiegend an Eingeweiden und wurde daher von manchen Autoren nicht mit Unrecht als kleiner Sympathicus bezeichnet. Er enthält im ganzen folgende physiologische Faserarten:

1. motorische Fasern für Larynx, Pharynx, Oesophagus und Magen;
2. sekretorische Fasern für Magendrüsen;
3. Hemmungsnervenfasern für das Herz;
4. Gefäßnerven;
5. sensible Fasern.

Seinem ausgedehnten Verbreitungsgebiet entsprechend teilt man den Vagus und seine Astfolge in einen Kopf-, Hals-, Brust- und Bauchteil ein.

a) **Kopfteil des Vagus:** Vom Austritt aus der Oblongata bis zum Beginn des Ganglion nodosum. In diesem Abschnitt finden sich vor:

1. Ramus meningeus; er läuft vom Ganglion jugulare zur Schädelhöhle zurück und verbreitet sich am Sinus transversus und Sinus occipitalis.

2. Ramus auricularis. Er entspringt vom Ganglion jugulare oder dicht unterhalb, nimmt meist einen Faden aus dem Ganglion petrosum n. glossopharyngei auf und verläuft an der vorderen lateralen Wand des Bulbus sup. venae jugularis zur medialen Mündung des Canaliculus mastoideus. Letzteren durchziehend kreuzt er den N. facialis, verbindet sich mit ihm und gelangt in der Fissura tympano-

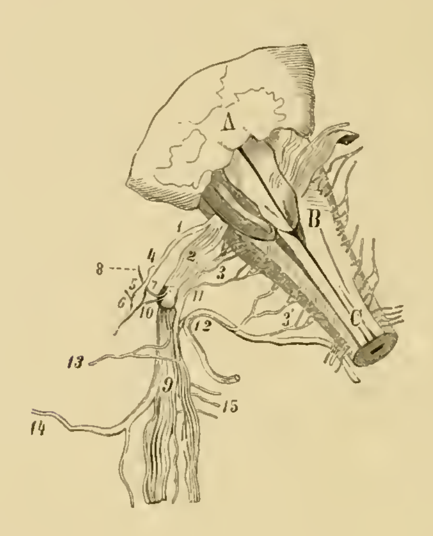


Fig. 299.



Fig. 300.

Fig. 299. **Schematische Skizze der Wurzeln des neunten, zehnten und elften Hirnnerven und ihrer Verbindungen.** (Nach Bendz.)

A Reste des Kleinhirnes; *B* Medulla oblongata; *C* Rückenmark; 1 Wurzeln des Glossopharyngeus; 2 Wurzeln des Vagus; 3 Wurzelfäden des Accessorius vagi; 3' Wurzeln des Accessorius spinalis; 4 Ganglion superius des Glossopharyngeus; 5 Ganglion petrosum desselben; 6 N. tympanicus; 7 Ganglion jugulare n. vagi; 8 Ramus auricularis n. vagi; 9 Ganglion nodosum n. vagi; 10 Verbindungszweig zwischen Ganglion petrosum und Vagus; 11 Ramus internus des Accessorius = Accessorius n. vagi; 12 Ramus externus des Accessorius = Accessorius spinalis; 13 Ramus pharyngeus n. vagi; 14 N. laryngeus superior; 15 Verbindungszweige vom Ganglion nodosum zum Sympathicus.

Fig. 300. **Schematische Darstellung der Wurzeln und Verbindungen des Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius.** (Hirschfeld und Leveillé.)

1 Facialis, während seines Verlaufes im Canalis facialis; 2 Glossopharyngeus mit Ganglion petrosum; 2' Verbindung des Glossopharyngeus mit dem für den M. digastricus bestimmten Zweige des Facialis; 3 Vagus mit Ganglion jugulare und Ganglion nodosum; 4 R. ext. n. accessorii; die oberen unter 3 befindlichen Fädchen gehören dem R. int. n. accessorii an; 5 Hypoglossus; 6 oberes Halsganglion des Sympathicus; 7,7 Verbindungsschlinge der zwei ersten Halsnerven; 8 N. caroticus internus; 9 N. tympanicus aus dem Ganglion petrosum; 10 sein Nervus caroticotympanicus inferior; 11 N. tubae; 12 Zweig zur Fenestra vestibuli; 13 Zweig zur Fenestra cochleae; 14 Übergang des N. tympanicus in den nach links zum Ganglion oticum (16) ziehenden N. petrosus superficialis minor, während der Faden rechts von 14 eine Verbindung mit dem Facialis herstellt; 15 Verbindung des N. petrosus superficialis major mit dem aus dem N. tympanicus stammenden N. caroticotympanicus superior; 16 Ganglion oticum; 17 R. auricularis n. vagi; 18 Trennung des R. int. n. accessorii, der in die Vagusbahn einlenkt, vom R. ext. n. accessorii; 19 Verbindung des Hypoglossus mit dem ersten Halsnerven; 20 Verbindung zwischen Accessorius und erstem Halsnerven; 21 Plexus pharyngeus; 22 N. laryngeus superior; 23 dessen Ramus externus; 24 mittleres Halsganglion des Sympathicus.

mastoidea aus der Endmündung des Canaliculus mastoideus hervor, um sich alsbald in zwei Ästchen zu teilen. Das eine verbindet sich mit dem N. auricularis posterior des Facialis, das andere stärkere verbreitet sich an der hinteren Fläche der Ohrmuschel und in der hinteren unteren Wand des äußeren Gehörganges.

3. Ramus anastomoticus cum n. glossopharyngeo; 1—2 Fädchen aus dem Ganglion petrosum zum Vagus.

4. Ramus anastomoticus superior cum ganglio cervicali superiore; ein Verbindungsfaden des N. jugularis des oberen Halsganglion des Sympathicus zum Ganglion jugulare n. vagi.

5. Ramus anastomoticus cum nervo accessorio. Der R. int. n. accessorii tritt dicht unterhalb des Ganglion jugulare in die Bahn des Vagus über. Einige Fäden des Vagus gelangen andererseits in die Bahn des Accessorius spinalis (E. Bischoff).

b) **Halsteil des Vagus:** Vom Ganglion nodosum bis zur Abgabe des N. laryngeus inferior.

Das Ganglion nodosum entsendet Fäden α. zum Ganglion cervicale superius n. sympathici, R. anastomoticus inferior cum ganglio cervicali superiore genannt; β. zum Hypoglossus, Rami anastomotici c. nervo hypoglosso.

Größere Äste sind:

1. Rami pharyngei. Fig. 301.

Meist sind ein oberer und ein unterer Schlundast des Vagus vorhanden. Sie ziehen zur Seitenwand des Schlundes und verbinden sich mit den Schlundästen des Glossopharyngeus und Sympathicus zum Plexus pharyngeus. Dieser liegt mit seinen gröberen Netzen auf der Außenseite des M. constrictor pharyngis medius und enthält meist ein oder mehrere Ganglien. Aus dem Geflecht treten zahlreiche Ästchen hervor, welche teils zur Muskulatur, teils zur Schleimhaut gelangen. Innerhalb der Ringmuskulatur bilden die eingedrungenen Fäden ein feines Geflecht, in dessen Knotenpunkten Ganglienzellen liegen. Ein gleiches Geflecht befindet sich in der Submucosa und ist reichlich mit Ganglienzellen ausgestattet. Beide Geflechte sind Analoga des Plexus myentericus und submucosus im übrigen Darmkanal.

Zweige des N. pharyngeus superior gelangen zu dem M. levator veli palatini und zum M. uvulae.

Aus einem Ramus pharyngeus n. vagi entsteht auch der Ramus lingualis n. vagi (Luschka). Dieser nimmt einen Faden eines Ramus pharyngeus n. glossopharyngei auf, begibt sich zum Anfang des Arcus hypoglossi und teilt sich in zwei Ästchen: eines geht mit dem Hypoglossus zur Peripherie, das andere in das sympathische Geflecht der Carotis externa. Über die Verbreitung des Vagus in der Zungenschleimhaut siehe auch Abt. IV, Fig. 94.

2. Nervus laryngeus superior. Fig. 301, 302.

Er verläßt den Vagus im unteren Abschnitt des Ganglion nodosum, erhält feine Fäden aus dem oberen Halsganglion des Sympathicus und aus dem Plexus pharyngeus und teilt sich in zwei Zweige: Ramus externus und Ramus internus. Vor dieser Teilung entsendet er den feinen R. caroticus zum Plexus caroticus communis.

Aus dem oberen Kehlkopfnerven und dem Vagusstamme entspringt mit zwei kurzen Wurzeln nahe dem Ursprunge des N. laryngeus der N. depressor, einer der Herznerven; Reizung seines zentralen Teiles bewirkt beträchtliches Sinken des Blutdruckes.

Der Ramus externus (Fig. 301) nimmt einen Faden vom oberen Halsganglion des Sympathicus auf, versorgt den M. constrictor pharyngis inferior und den M. cricothyreoideus. Von ihm gelangen ferner feine Fäden zur Schilddrüse (Henle).

Der Ramus internus (Fig. 302), weit stärker als jener, durchbohrt die Membrana hyothyreoidea und teilt sich in Rami epiglottici, welche zur Schleimhaut der Epiglottis ziehen; Rami inferiores, welche die Schleimhaut des Kehlkopfes bis zur Stimmritze versorgen; Rami pharyngei, welche den die hintere Wand des Kehlkopfes deckenden Teil der Schleimhaut versorgen. Ein Ramus anastomoticus cum nervo laryngeo inf. läuft auf der hinteren Fläche des

M. cricoarytaenoideus posterior abwärts und verbindet sich mit dem N. laryngeus inferior.

In die feineren Verzweigungen der Nerven in der Kehlkopfschleimhaut sind kleine Ganglien eingestreut (Remak).

3. N. recurrens. Fig. 301, 302, 304 (siehe auch Abt. IV, Fig. 110, 275).

Er entspringt aus dem Vagus vor dem Anfangsteil der A. subclavia (rechts) und vor dem Ende des Arcus aortae (links). Der rechte Recurrens schlingt sich

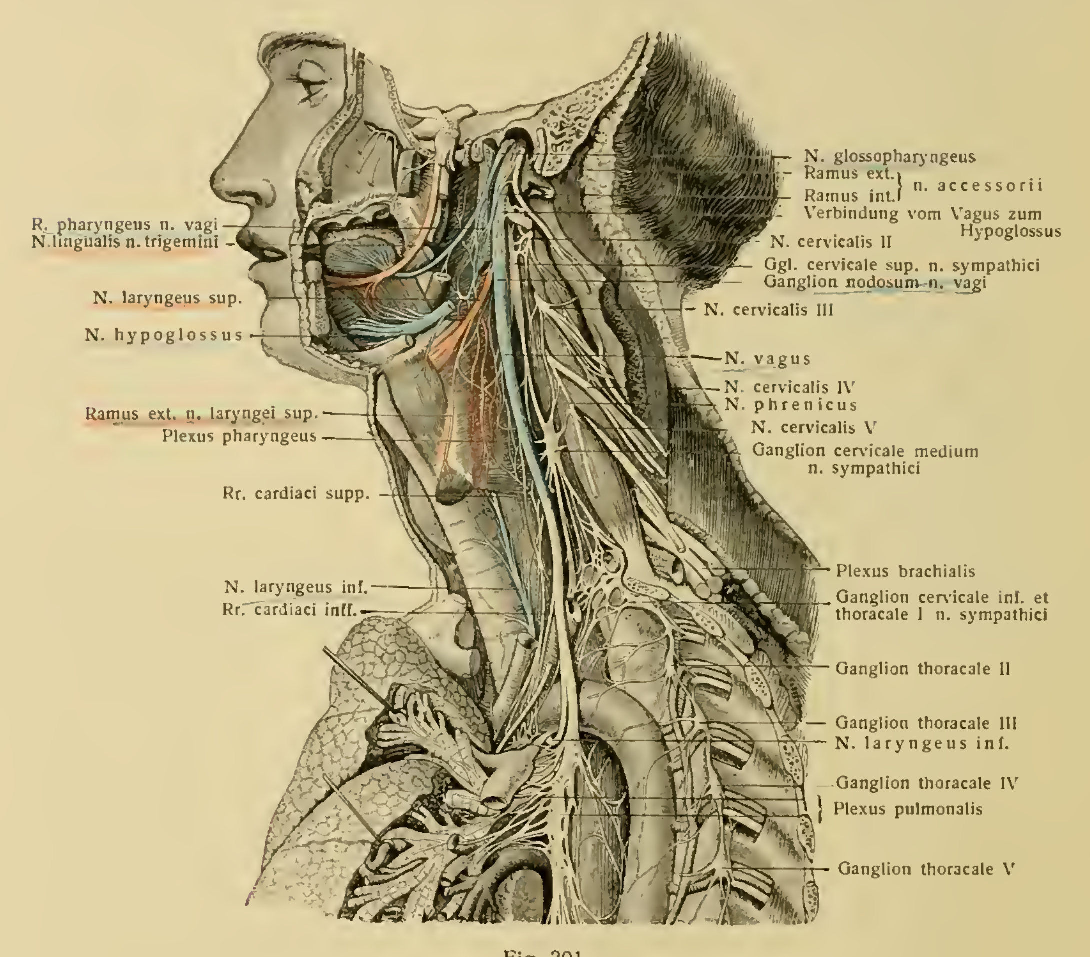


Fig. 301.
Glossopharyngeus, Vagus und ihre Verbindungen. (Hirschfeld und Leveillé.) 2:5.

um die A. subclavia, der linke um den Arcus aortae. Jeder steigt nun in der Furche zwischen Luftröhre und Speiseröhre aufwärts zum Kehlkopf und heißt dann N. laryngeus inf. Hinter dem Cornu inferius des Schildknorpels durchbohrt er den unteren Schlundschnürer oder tritt unter dessen unterem Rande ins Innere des Kehlkopfes und teilt sich in seine Endzweige. Auf seinem langen Wege gibt er zahlreiche Äste ab:

α. einige Rami cardiaci inferiores zum Plexus cardiacus;

β. Verbindungszweige zum Ganglion cervicale inferius n. sympathici; sie entspringen wie die vorigen aus dem Anfangsteil des Nerven.

γ. Rami tracheales et oesophagei superiores; sie werden während des Verlaufes des Nerven im Sulcus oesophago-trachealis abgegeben.

δ. Ramus anterior. Er ist der eine Endast des Nerven, nachdem dieser in den Kehlkopf gelangt ist, und versorgt den M. cricoarytaenoideus lateralis, den M. thyreoarytaenoideus und den M. vocalis, die Mm. thyreo-epiglotticus und aryepiglotticus.

ε. Ramus posterior. Er nimmt den R. anastomoticus des oberen Kehl-

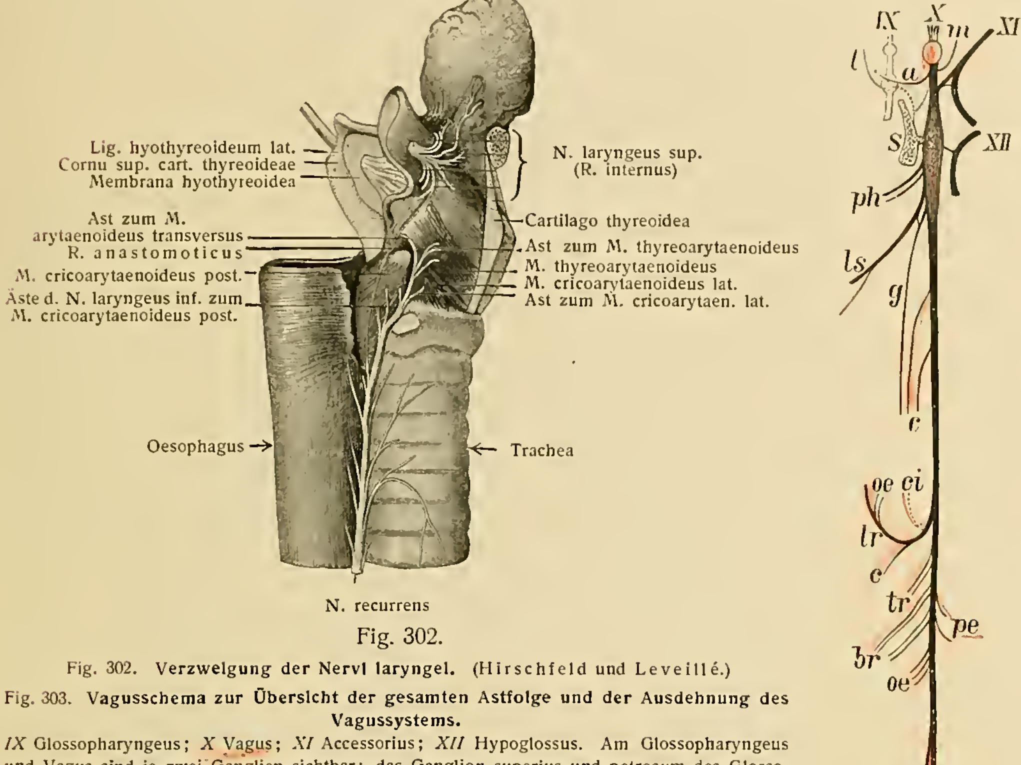


Fig. 302.

Fig. 303.

Fig. 302. **Verzweigung der Nervi laryngei.** (Hirschfeld und Leveillé.)

Fig. 303. **Vagusschema zur Übersicht der gesamten Astfolge und der Ausdehnung des Vagussystems.**

IX Glossopharyngeus; *X* Vagus; *XI* Accessorius; *XII* Hypoglossus. Am Glossopharyngeus und Vagus sind je zwei Ganglien sichtbar: das Ganglion superius und petrosum des Glossopharyngeus, das Ganglion jugulare und Ganglion nodosum des Vagus. *S* oberes Ende des Ganglion cervicale superius n. sympathici, in den N. caroticus internus auslaufend; vorher gibt das Ganglion den (punktierten) N. jugularis für das Ganglion petrosum glossopharyngei und jugulare vagi ab; *t* N. tympanicus des Glossopharyngeus; *m* Ramus meningeus des Vagus; *a* Ramus auricularis n. vagi; *ph* Rami pharyngei des Vagus; *ls* N. laryngeus superior (R. externus und internus); *g* N. depressor; *c* Rami cardiaci des Vagus; *lr* N. recurrens mit einem Ramus cardiacus (*c*); *oe* Rami tracheales et oesophagei superiores; *ci* ein Verbindungsast zum Ggl. cervicale inferius; *tr* Rami tracheales; *br* Zweige zur Bildung des Plexus bronchialis anterior (die oberen) und Plexus bronchialis posterior (die stärkeren unteren); *pe* Rami pericardiaci; *oe* Rami oesophagei inferiores; *g* Bündel zur Bildung des Plexus gastricus anterior; *coe* Bündel zum Plexus gastricus posterior und zum Ganglion coeliacum.

kopfnerven auf und versorgt den M. cricoarytaenoideus posterior sowie den M. arytaenoideus. Einige Fäden gelangen zu dem unterhalb der Stimmritze gelegenen Teil der Kehlkopfschleimhaut. Der N. laryngeus inferior versorgt hiernach den größten Teil der Kehlkopfmuskeln, der N. laryngeus superior nur einen einzigen; der Ramus anastomoticus führt sensible Fasern in den unteren Kehlkopfnerven über.

4. Rami cardiaci.

α. Rami cardiaci superiores (Fig. 301); 2—3, entspringen aus dem zwischen beiden Kehlkopfnerven gelegenen Halsteil des Vagus und ziehen

längs der A. carotis communis abwärts. Rechts folgen sie der A. anonyma zum tiefen Teil des Plexus cardiacus: links ziehen sie zu dem am Aortenbogen gelegenen oberflächlichen Teil des Plexus cardiacus. Der oberste dieser Rami cardiaci ist der erwähnte N. depressor.

β. Rami cardiaci inferiores (Fig. 301). Sie entspringen zum Teil aus dem N. recurrens, zum Teil aus dem Vagusstamme. Sie verbinden sich untereinander und mit den oberen, aber auch mit den Herzästen des Sympathicus und gehen in das tiefe Herznervengeflecht ein. Einige Fäden gelangen auch zum Plexus trachealis und oesophageus. Siehe Sympathicus.

c) **Brustteil des Vagus:** Vom Abgange des N. recurrens bis zum Hiatus oesophageus des Zwerchfelles.

1. Rami tracheales inferiores.

Sie gehen unmittelbar unterhalb des N. recurrens vom Stamme ab und bilden den mit den Nachbargeflechten sich verbindenden Plexus trachealis.

2. Rami bronchiales.

Man unterscheidet Rr. bronchiales anteriores und posteriores, von welchen die letzteren die stärkeren sind. Sie bilden, mit dem Plexus trachealis Verbindungen eingehend, den Plexus pulmonalis anterior und posterior (Fig. 301). An der Bildung des letzteren sind Fäden aus den vier oberen Brustganglien des Sympathicus beteiligt. Die Rr. bronchiales posteriores beider Seiten gehen bei der Bildung des Plexus pulmonalis einen Faseraustausch ein; ebenso sind das vordere und das hintere Geflecht miteinander verbunden und gehen mit den Bronchien in die Lungen ein. Die Lungennerven sind mit mikroskopischen Ganglien, Mikroganglien, reich versehen.

3. Rami oesophagei.

Der rechte Vagus legt sich der hinteren, der linke der vorderen Fläche des Oesophagus an. Sie bilden im Herabsteigen die Chordae oesophageae der Alten. Durch vordere und hintere Fäden stehen beide miteinander in Verbindung und lösen sich teilweise sogar netzförmig auf; so entstehen die Plexus oesophagei ant. et post., welche die Muskulatur und die Schleimhaut der unteren Oesophagushälfte versorgen.

4. Rami pericardiaci.

Zur vorderen Wand des Herzbeutels geben sowohl der rechte als der linke Vagus einen Zweig ab; zur hinteren Wand desselben gelangen Zweige vom Vagusstamme, vom Plexus oesophageus und Plexus pulmonalis posterior.

d) **Bauchteil des Vagus:** Die beiden Nn. vagi treten, der linke an der vorderen, der rechte an der hinteren Fläche der Speiseröhre liegend, in die Bauchhöhle[1]).

1. Vagus sinister.

Er gelangt auf der vorderen Fläche des Oesophagus zur Cardia und zur kleinen Kurvatur. Hier bildet er vor der Teilung in seine Endäste den an der vorderen Fläche der kleinen Kurvatur liegenden Plexus gastricus anterior. Aus diesem Geflecht ziehen die Endäste zum Magen und zur Leber.

[1]) Über die Ursache dieser Lageverschiedenheit siehe Eingeweidelehre, Abt. IV, S. 407.

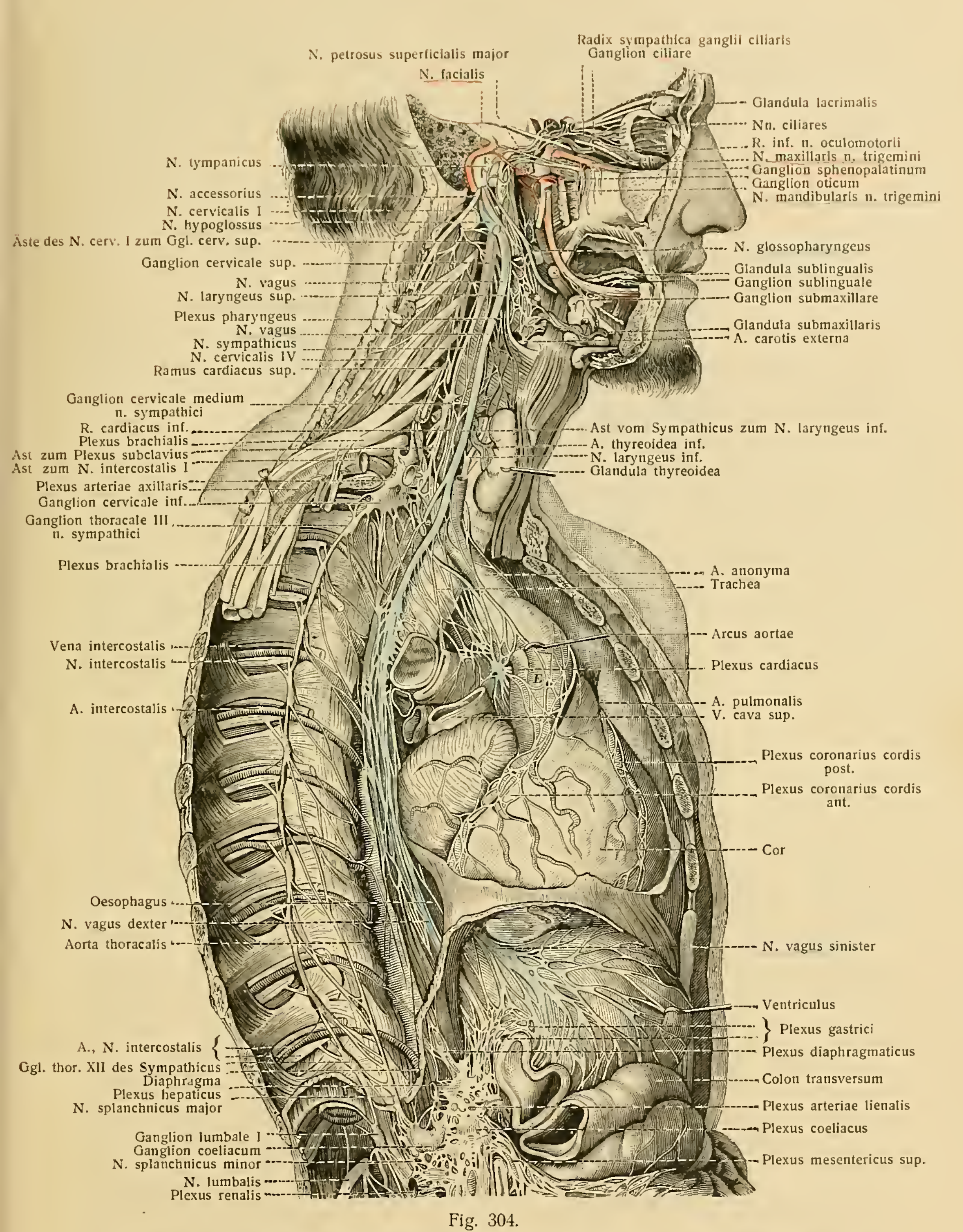


Fig. 304.

Verzweigungen des Vagus und des Sympathicus der rechten Seite, am Halse, in der Brusthöhle und in der oberen Abteilung der Bauchhöhle. (Hirschfeld und Leveillé.) 2:5.

a) Rami gastrici.

Sie strahlen über die vordere Fläche des Magens bis zum Pylorus aus und verbinden sich dabei mit den die A. gastrica sinistra und dextra umspinnenden sympathischen Zweigen zum Plexus gastricus ant. (J. Kollmann). Öfters zieht auch ein Zweig des linken Ganglion coeliacum n. sympathici in der Cardiagegend zur vorderen Magenfläche.

b) Rami hepatici.

Sie gelangen durch Vermittlung des Omentum minus zur Leberpforte.

2. Vagus dexter.

Der stärkere Vagus dexter teilt sich, indem er auf der hinteren Wand der Speiseröhre die Bauchhöhle erreicht, in zwei ungleiche Abschnitte:

a) Rami gastrici.

Sie bilden den kleineren Teil (etwa ein Drittel der Fasern umfassend) und begeben sich zur hinteren Magenwand, wo sie an der hinteren Seite der kleinen Kurvatur den Plexus gastricus posterior bilden. Auch hier fehlen Verbindungen mit den sympathischen Geflechten der A. gastrica sinistra nicht.

b) Rami coeliaci.

Zwei Drittel der Fasermasse bildend, gelangen diese Zweige längs der A. gastrica sinistra zum Plexus coeliacus und in Begleitung der betreffenden Gefäße zu Leber, Milz, (Rr. lienales), Bauchspeicheldrüse, Dünndarm, Niere, (Rr. renales) und Nebenniere. Ein Teil der Zweige senkt sich in die Ganglia coeliaca ein, ein anderer läßt sich unmittelbar zu den genannten Organen verfolgen. Die für die Bauchspeicheldrüse, die rechte Niere und Nebenniere bestimmten Zweige treten zwar in das rechte Ganglion coeliacum ein, lassen sich aber als durchtretende Nerven nachweisen.

XI. N. accessorius. Fig. 304, 305.

Der N. accessorius, aus den Accessoriuskernen entsprungen, läßt sich mit Rücksicht auf seinen peripheren Verbreitungsbezirk in einen Accessorius vagi und spinalis zerlegen.

Accessorius vagi und Accessorius spinalis treten zum Accessorius communis zusammen. Dieser wird mit dem Vagus in eine gemeinsame Durascheide eingeschlossen, nachdem er zur Nervenabteilung des Foramen jugulare gelangt ist. Zwischen dem Ganglion jugulare und nodosum n. vagi geht der Accessorius vagi in die Vagusbahn über und wird Ramus internus genannt. Der Ramus externus, der Accessorius spinalis, dagegen begibt sich in den M. sternocleidomastoideus und den M. trapezius, um diese beiden Muskeln, welche zugleich Äste aus dem Plexus cervicalis erhalten, zu innervieren.

Der im Wirbelkanal aufsteigende N. accessorius geht sehr häufig Verbindungen mit hinteren Wurzeln der Spinalnerven ein. Meist ist die hintere Wurzel des I., selten die des II. oder III. Cervikalnerven an dieser Verbindung beteiligt, die zurzeit noch verschieden beurteilt wird und wahrscheinlich ohne Faserübergang vonstatten geht.

Bei seiner Trennung vom Ramus internus erhält der Ramus externus einige Fäden vom Ganglion jugulare n. vagi oder vom Vagus selbst, die peripher in ihm weiter ziehen. Sodann begibt sich der Ramus externus nach außen, unten

und hinten, um zur inneren Fläche des M. sternocleidomastoideus zu gelangen, diesen zu durchbohren oder auf seiner medialen Fläche weiterzudringen. Nachdem er am hinteren Rande des Muskels zum Vorschein gekommen ist, durchzieht er die Regio lateralis colli und gelangt zum vorderen Rande des Trapezius, begibt sich zu dessen Innenfläche und versieht ihn mit motorischen Zweigen.

Während der R. externus den Sternocleidomastoideus kreuzt oder an ihm vorbeizieht, sendet er diesem Muskel motorische Zweige, deren einer zwischen den

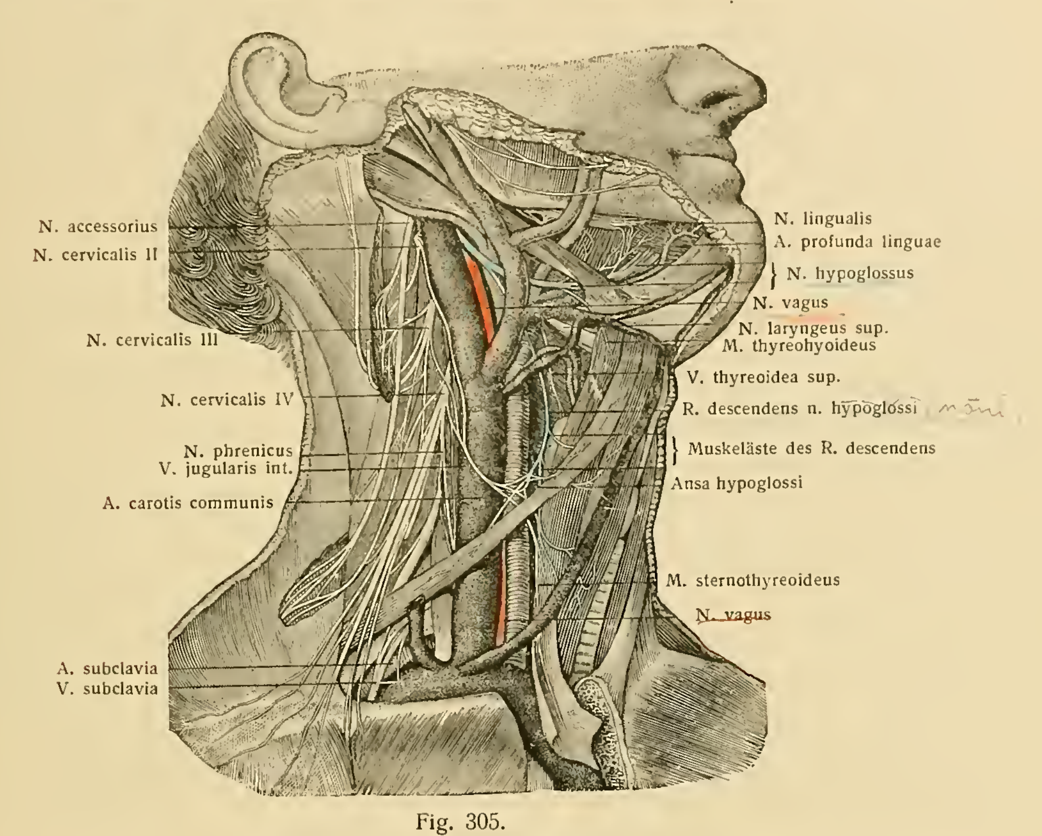


Fig. 305.

Die Nerven des Halses. (Nach Sappey.) 1:2.
Der M. sternocleidomastoideus, das Platysma, ein Teil des Brustbeines und des rechten Schlüsselbeines sind entfernt.

Muskelbündeln sich konstant mit einem Aste des III. Cervikalnerven verbindet; die Fasern dieses Astes gehen in die Peripherie des Accessorius über; andere Fasern von unbekannter Bahn schließen sich an den Accessoriusstamm in zentraler Richtung an (E. Bischoff).

In der Regio lateralis colli verbinden sich abermals Fäden aus dem III. und IV. Cervikalnerven mit dem Accessorius.

Der Beinerv ist ein ursprünglich rein motorischer Nerv, dem sich an verschiedenen Stellen, vielleicht schon von den hinteren Wurzeln der oberen Halsnerven, vom Vagus in der Gegend des Ganglion jugulare, von den vorderen Ästen des III. und IV. N. cervicalis sensible Fasern beimischen können.

Die Fasern des Accessorius vagi, des Ramus internus also, gehen in die Bahn der Rami pharyngei und laryngei, sowie in die Rami cardiaci des Vagus über.

Lubosch, W., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Ursprung und die Phylogenese der N. accessorius Willisii. Arch. mikr. Anat. Bd. 54, 1899. Alle Amnioten haben einen im Rückenmark gelegenen Accessoriuskern, der entweder von der Oblongata herabgewachsen ist oder durch Abspaltung von der Vordersäule des Rückenmarks entstand. Bei den Sauropsiden treten 2—3, bei den Säugetieren 5—7 Marksegmente zu dem Kerne in Beziehung. Die Wurzeln treten unter Leitung der sensiblen Wurzeln nach außen und stellen viscero-motorische Fasern der dorsalen Wurzeln dar. Der Rückenmarkteil des Nerven geht aus verschiedenen Gründen Veränderungen ein. Doch ist die Scheidung in einen N. accessorius vagi und spinalis vom vergleichenden Standpunkte aus nicht zu halten. — Derselbe schlägt auf Grund vergleichender Untersuchungen vor, als Accessorius schlechtweg nur den aus dem Rückenmark stammenden Teil des Säugetiernerven zu bezeichnen. Den cerebralen Teil des Säugetiernerven hingegen rechnet er zum Vagus. Bei den Sauropsiden ist an Stelle des Accessorius die Bezeichnung Pars spinalis n. vagi zu setzen. Doch ist zu beachten, daß die Pars spinalis n. vagi der Sauropsiden den rostralen Segmenten des Accessorius der Säuger homolog erscheint. (Anat. Anz. XIX, 1901). — Weigner, K., Beziehungen des N. accessorius zu den oberen Spinalnerven. Anat. Hefte Nr. 56/57, 1901.

XII. N. hypoglossus. Fig. 301, 304—307.

Er entspringt aus dem Hypoglossuskern und gelangt mit 10—15 Wurzelfäden im Sulcus lateralis anterior der Oblongata an die Oberfläche. Die Wurzelfasern treten gewöhnlich zu zwei größeren Bündeln zusammen, welche getrennt oder vereinigt durch den Canalis hypoglossi ossis occipitalis den Durasack verlassen und eine Durascheide erhalten.

Am Eingang in den Canalis hypoglossi ist der Nerv von einem mit den Venen des Sinus occipitalis in Verbindung stehenden Venenkranze umgeben, dem Rete canalis hypoglossi. Außerhalb der Schädelbasis liegt der Nerv anfangs medial und hinter dem Vagus, schlägt sich aber in der Gegend des Ganglion nodosum, an welches ihn Bindegewebe befestigt, auf die laterale Fläche des Vagus hinüber, zieht abwärts an der medialen Fläche des M. stylohyoideus und des Venter post. vom M. digastricus, wendet sich darauf in sanftem, unten konvexem Bogen (Arcus hypoglossi) nach vorn und strahlt, bedeckt vom M. mylohyoideus auf der Außenfläche des M. hyoglossus dahinziehend, in die Zunge ein.

Zur V. jugularis interna und Carotis interna verhält sich der Nerv im Herabsteigen so, daß er entweder zwischen beiden durchdringt oder von hinten her auf die Außenseite beider Gefäße gelangt. Er kreuzt hierauf die äußere Fläche der Carotis externa und die innere der V. facialis communis, zwischen welchen er nach vorn hindurchtritt.

Der absteigende Teil des Nerven geht mit dem Vagus, den vorderen Ästen der drei ersten Halsnerven und dem oberen Halsknoten des Sympathicus Verbindungen ein, so daß der ursprünglich motorische Hypoglossus Fasern anderer physiologischer Art erhält.

Interessant ist in bezug auf die Entwicklung des Hypoglossus die Tatsache, daß er nicht allein mehreren Spinalnerven homolog ist, sondern daß er auch ursprünglich eine kleine dorsale, mit einem kleinen Spinalganglion ausgestattete Wurzel besitzt, welche beide wieder untergehen (Froriep); doch können Teile eines solchen Ganglion vielleicht dauernd erhalten bleiben (Hyrtl); siehe oben S. 233 und unten: Vergleichung der Hirn- und Rückenmarksnerven.

a) **Verbindungen** des Hypoglossus mit anderen Nerven.

1. Ramus anastomoticus cum ganglio cervicali superiore.

Der Faden geht vom Hypoglossus gleich unterhalb des Canalis hypoglossi ab und gelangt zum Ganglion.

2. Ramus anastomoticus cum ganglio nodoso n. vagi.

Bei dieser Verbindung gelangen auch Vagusfasern in den Hypoglossus.

3. Ramus anastomoticus cum ansa cervicali prima.

Ein ansehnlicher Faden, welcher aus Fasern der vorderen Äste der beiden ersten Halsnerven gebildet wird. Ein Teil dieser Fasern geht im Hypoglossus zentralwärts, um ihn größtenteils wieder zu verlassen und dem M. rectus capitis anterior und dem M. longus capitis motorische Zweige abzugeben; ein kleiner Teil bleibt bei dem Hypoglossus. Der größere Teil der Fasern des Verbindungszweiges schließt sich dem Hypoglossus in peripherer Richtung an, beteiligt sich

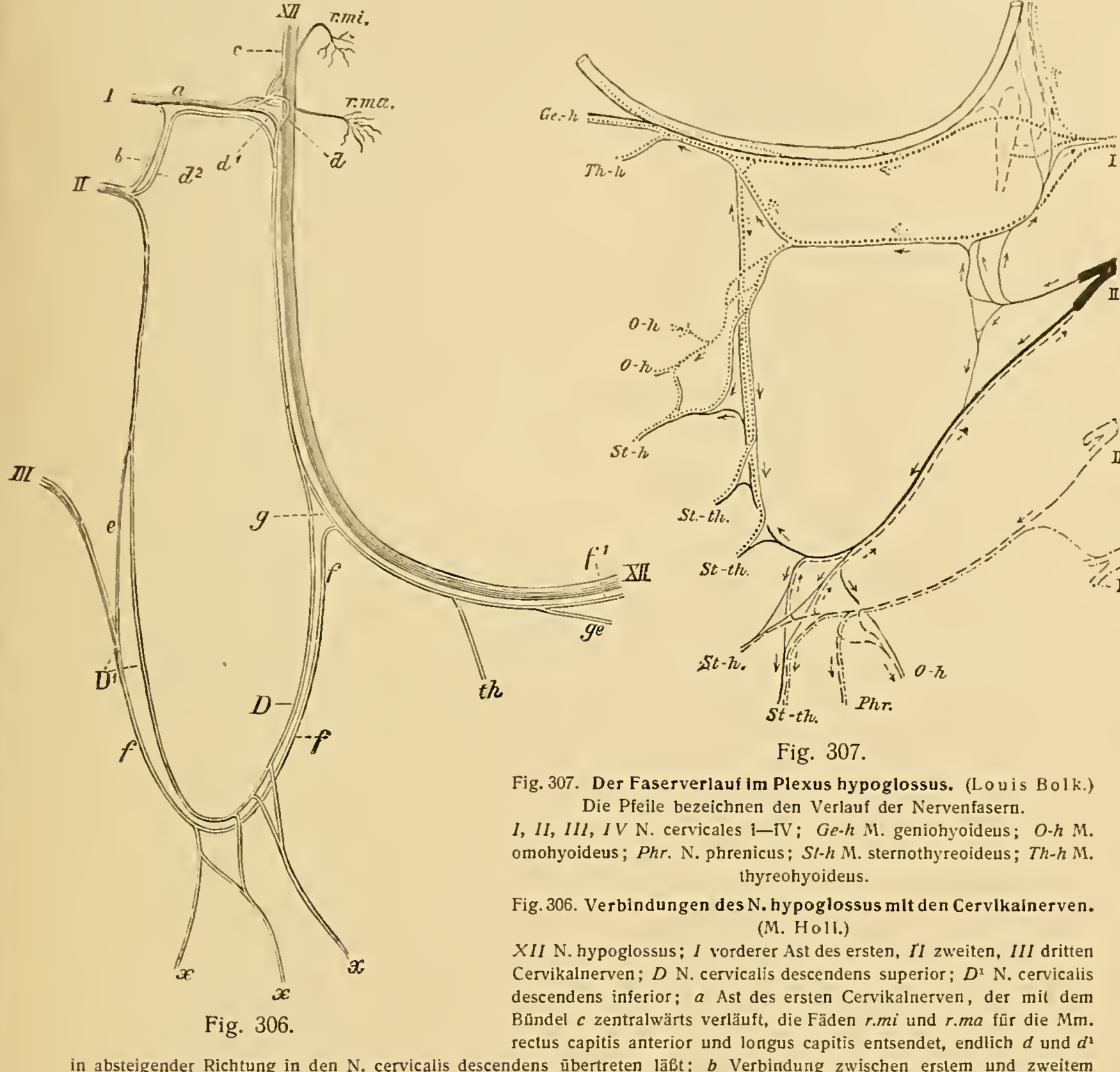


Fig. 307. **Der Faserverlauf im Plexus hypoglossus.** (Louis Bolk.) Die Pfeile bezeichnen den Verlauf der Nervenfasern. *I, II, III, IV* N. cervicales I—IV; *Ge-h* M. geniohyoideus; *O-h* M. omohyoideus; *Phr.* N. phrenicus; *St-h* M. sternothyreoideus; *Th-h* M. thyreohyoideus.

Fig. 306. **Verbindungen des N. hypoglossus mit den Cervikalnerven.** (M. Holl.) *XII* N. hypoglossus; *I* vorderer Ast des ersten, *II* zweiten, *III* dritten Cervikalnerven; *D* N. cervicalis descendens superior; D^1 N. cervicalis descendens inferior; *a* Ast des ersten Cervikalnerven, der mit dem Bündel *c* zentralwärts verläuft, die Fäden *r.mi* und *r.ma* für die Mm. rectus capitis anterior und longus capitis entsendet, endlich *d* und d^1 in absteigender Richtung in den N. cervicalis descendens übertreten läßt; *b* Verbindung zwischen erstem und zweitem Cervicalis; d^2 Ast vom zweiten Cervikalnerven; *e* Verbindung zwischen zweitem und drittem Halsnerven; *f, f* Ansa cervicalis profunda, gebildet vom N. cervicalis descendens superior (*D*) und inferior (D^1); *x, x, x* Zweige für die Unterzungenbeinmuskeln; *g* in die periphere Bahn des Hypoglossus gelangendes Bündel des zweiten Cervikalnerven; *f*—f^1 ebenso des dritten; *th* Nerv für den M. thyreohyoideus; *ge* Nerv für den M. geniohyoideus.

an der Bildung des Ramus descendens hypoglossi und entsendet über diesen hinaus seine Fasern bis zum M. geniohyoideus (Holl).

4. Verbindung mit dem Ramus lingualis n. vagi (siehe S. 327).

5. Rami anastomotici cum ansa cervicali secunda. Fig. 306.

Äste des II. und III. Halsnerven steigen von unten auf, erreichen den Arcus hypoglossi, schließen sich zum Teil den unter 3. erwähnten Zweigen an und bilden dadurch den Ramus descendens n. hypoglossi. Dieser Zweig enthält hiernach keine Hypoglossusfasern, verbindet sich

mit dem N. cervicalis descendens inferior zu einer auf der Außenfläche der großen Halsgefäße gelegenen Schlinge, Ansa hypoglossi, welche unten konvex ist und häufig geflechtartige Anordnung zeigt. Aus der Konvexität der Ansa entspringen die motorischen Nerven für die Mm. sternohyoideus, sternothyreoideus und den unteren Bauch des Omohyoideus; der obere Bauch des letzteren erhält seine Nerven aus dem Ramus descendens selbst. Der Ramus descendens enthält aber auch aufsteigende Fasern, welche in peripherer Richtung in den Hypoglossus übertreten, um ihn als Äste für die Mm. thyreohyoideus und geniohyoideus wieder zu verlassen und zum Teil sogar in Zungenäste zu gelangen. Der Ramus descendens besteht hiernach aus einem aufsteigenden und einem absteigenden Faserbündel (Holl). Vergl. hiermit die Darstellung von L. Bolk (Fig. 307).

Ein der Ansa hypoglossi entstammender N. cardiacus ist selten und wahrscheinlich als ein in die Hypoglossusbahn gelangter R. cardiacus vagi oder sympathici zu deuten.

6. Ramus communicans cum nervo linguali trigemini (siehe S. 313).

b) Äste des Hypoglossus.

1. Ramus meningeus.

Er entspringt vom Hypoglossus innerhalb des Canalis hypoglossi, dringt teils durch feine Poren in den Knochen, teils zur Wand des Sinus occipitalis. Ob diese und die unter 2. erwähnten Zweige aus der Lingualisverbindung oder aus einer anderen Quelle stammen, ist ungewiß.

2. Rami vasculares.

Ein oder einige Fäden, welche unterhalb des Canalis hypoglossi vom Stamme abgehen und mit Fäden aus dem oberen Halsganglion des Sympathicus verbunden zur Vena jugularis interna ziehen.

3. Ramus thyreohyoideus; stammt von aufsteigenden Halsnervenfasern ab.

4. Ramus geniohyoideus; hat nach Holl dieselbe Abstammung wie 3.

5. Rami linguales.

Sie bilden die Fortsetzung des Hypoglossusstammes und gelangen von der Außenfläche des M. hyoglossus zu den Mm. styloglossus, genioglossus usw. Durch die Verbindung mit dem N. lingualis werden den motorischen Zungenästen des Hypoglossus wahrscheinlich sensible Fasern zugeführt.

IV. Die Rückenmarksnerven, Nervi spinales.

Allgemeines.

Aus dem Rückenmark nehmen jederseits 31 Nervenpaare, Nn. spinales, ihren Austritt.

Sie verteilen sich auf die Rumpfgegenden in der Weise, daß mit Ausnahme des Hals- und Schwanzteiles der Wirbelsäule ebenso viele Spinalnervenpaare gezählt werden, als Wirbel vorhanden sind. Man zählt demnach jederseits 12 Brust-, 5 Lenden- und 5 Kreuznerven, dagegen 8 Hals- und 1 (oder 2—3) Steißnerven. Das 1. Spinalnervenpaar verläßt den Wirbelkanal zwischen dem Hinterhauptbein und dem Atlas, das 8. zwischen dem siebenten Hals- und ersten Brustwirbel. Die Nervenpaare erhalten demnach am Halsteil ihre Benennung nach dem unteren Wirbel, mit Ausnahme des achten, welcher nicht nach der Wirbelzahl benannt werden kann. Bei den übrigen Spinalnerven wird das jedesmalige Paar bezeichnet nach dem oberen Wirbel.

Als 1. Thorakalnerven bezeichnet man folglich denjenigen, welcher zwischen dem 1. und 2. Brustwirbel austritt; als 1. Lumbalnerven jenen, welcher zwischen dem 1. und 2. Lendenwirbel austritt. Der dem Intervertebralraum zwischen dem 5. Kreuz- und 1. Steißwirbel entsprechende Spinalnerv ist der 5. Sakralnerv. Sämtliche Nerven treten hiernach intervertebral aus dem Wirbelkanal.

Alle Spinalnerven gehen aus dem Rückenmark in zwei Wurzeln hervor, einer dorsalen, receptorischen (sensiblen), Radix posterior, und einer ventralen, effectorischen (motorischen), Radix anterior. Beide Wurzeln streben schon innerhalb des Durasackes einander zu und verlassen ihn, von einer

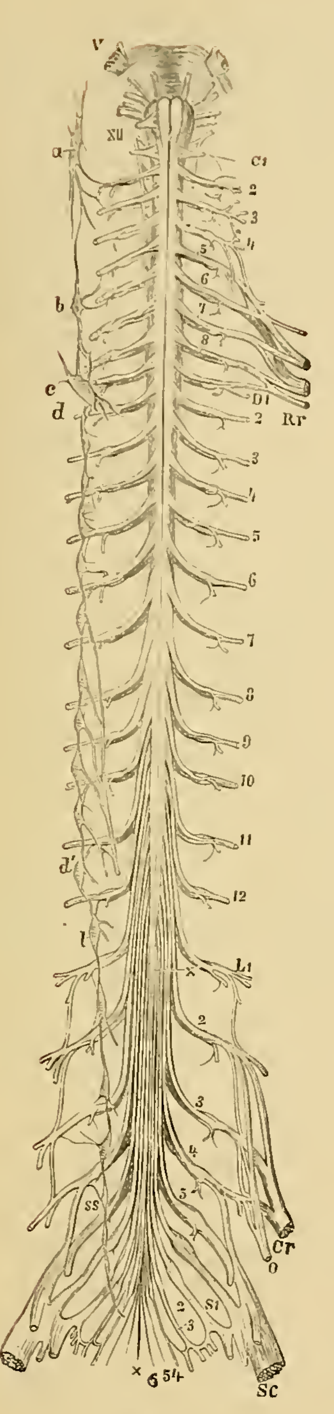


Fig. 308.

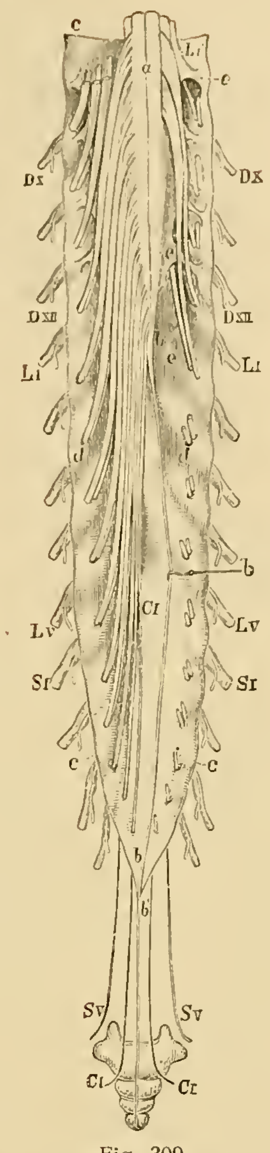


Fig. 309.

Fig. 309. **Unterer Teil des Rückenmarkes mit der Cauda equina und der beide umgebenden Dura mater von hinten.** 1 : 3.

Der Sack der Dura mater ist von hinten her aufgeschnitten und auseinandergezogen; links sind alle Nervenwurzeln erhalten, rechts sind die unteren Nervenwurzeln bis zu ihrer Durchtrittstelle durch die Dura abgeschnitten. Das Steißbein ist an seiner natürlichen Lagerungsstelle angebracht, um das Verhältnis des Filum terminale und der Steißbeinnerven zu demselben zu zeigen. *a* Sulcus medianus posterior; *b*, *b* Filum terminale, ein wenig nach der rechten Seite herübergezogen; *b'* Filum terminale externum, außerhalb des Sackes der Dura mater (*c*, *c*, *c*, *c*); *d*, *d* Öffnungen in derselben für den Durchtritt der Nervenwurzeln; *e* Lig. denticulatum; *DX*, *DXII* zehnter und zwölfter Brustnerv; *LI* u. *LV* erster und fünfter Lumbalnerv; *SI* u. *SV* erster und fünfter Sakralnerv; *CI* Nervus coccygeus.

Fig. 308. **Rückenmark mit Nn. spinales und Grenzstrang des N. sympathicus.**

V fünfter, *XII* zwölfter Hirnnerv; *C*1 erster Halsnerv; *C*2—8 zweiter bis achter Halsnerv; *D*1—12 erster bis zwölfter Brustnerv; *L*1—5 erster bis fünfter Lumbalnerv; *S* 1—5 erster bis fünfter Sakralnerv; 6 Steißbeinnerv; *x*, *x* Filum terminale des Rückenmarkes. Von den Wurzeln *L*1 bis *x* Cauda equina; *Rr* Plexus brachialis; *Cr* Nervus femoralis; *Sc* Nervus ischiadicus; *O* Nervus obturatorius. Die Anschwellungen, an denen die Zahlen *L*3, 4, 5 stehen, sind durch Spinalganglien bedingt. — In der linken Seite der Figur ist der Grenzstrang des Sympathicus dargestellt. *a* bis *ss* seine Ganglien; *a* oberes Halsganglion; *b* u. *c* mittleres und unteres Halsganglion; *d* erstes, *d'* letztes Brustganglion; *e* erstes Lumbalganglion; *ss* oberstes Sakralganglion.

einfachen oder doppelten Durascheide umgeben. Die sensible Wurzel schwillt dann durch Aufnahme zahlreicher Nervenzellen zu einem Ganglion an, dem Ganglion spinale, welches den Ursprungskern der sensiblen Wurzel, sowie ihrer zentralen und peripheren Ausbreitung darstellt (siehe oben S. 4, 48, 54).

Die motorische Wurzel hat dagegen ihren Ursprungskern in der Vordersäule des Rückenmarkes. Sie bleibt am Aufbau des Ganglion ganz unbeteiligt und zieht, durch Bindegewebe an dasselbe geheftet und einen Eindruck an ihm bewirkend, an seiner medialen Seite vorüber. Jenseits des Ganglion tritt eine Mischung der Bestandteile beider Wurzeln ein. Sie wird dadurch bedingt, daß Faserbündel der motorischen Wurzel dorsalwärts ziehen müssen, um die eigentliche Rückenmuskulatur zu erreichen; ein Teil der receptorischen Fasern hat andererseits einen medialen Weg einzuschlagen, um in den Ramus communicans und meningeus zu gelangen. Siehe S. 24.

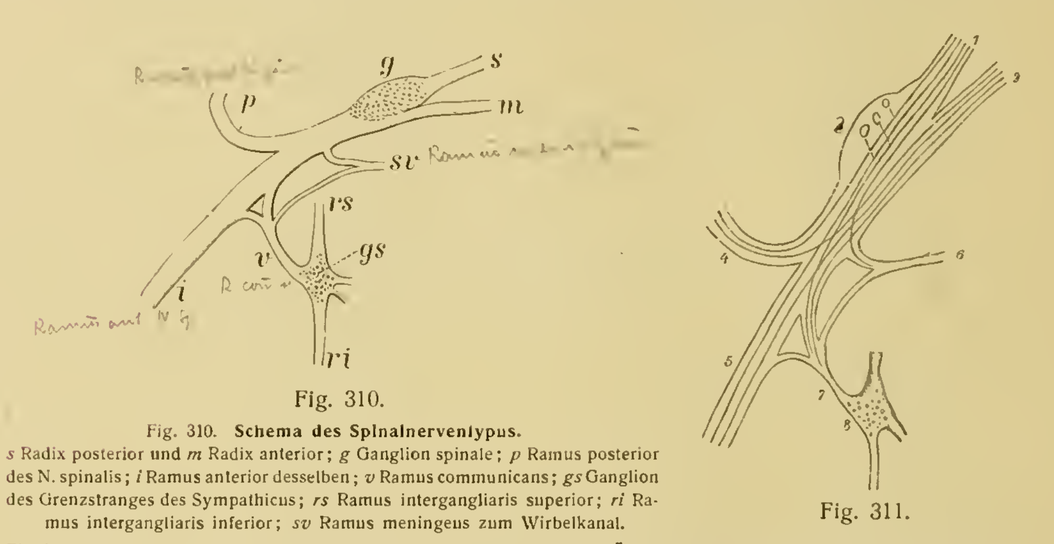


Fig. 310.

Fig. 310. **Schema des Spinalnerventypus.** *s* Radix posterior und *m* Radix anterior; *g* Ganglion spinale; *p* Ramus posterior des N. spinalis; *i* Ramus anterior desselben; *v* Ramus communicans; *gs* Ganglion des Grenzstranges des Sympathicus; *rs* Ramus intergangliaris superior; *ri* Ramus intergangliaris inferior; *sv* Ramus meningeus zum Wirbelkanal.

Fig. 311.

Fig. 311. **Bahnen der vorderen und hinteren Wurzeln zu den vier Ästen des gemeinsamen Spinalnervenstammes.** 1 Radix posterior; 2 Radix anterior; 3 Ganglion spinale; 4 Ramus posterior; 5 Ramus anterior; 6 Ramus meningeus; 7 Ramus communicans; 8 Ganglion sympathicum. (Siehe auch Sympathicus.)

Jenseits des Ganglion bilden demgemäß die Wurzeln einen gemeinsamen, gemischten Stamm, N. spinalis, welcher alsbald seine Verästelung beginnt (siehe S. 3, Fig. 2).

Der gemeinsame Stamm teilt sich typisch in vier Zweige:

1. Ramus posterior, 2. Ramus anterior, 3. Ramus meningeus, 4. Ramus communicans. Fig. 310, 311.

Die Stärke und Richtung der Wurzeln, die Stärke der Rami posteriores und anteriores, die Länge des gemeinsamen Stammes, die Größe und Lage des Spinalganglion unterliegen in den einzelnen Rumpfgebieten manchen Verschiedenheiten, von welchen das Folgende an dieser Stelle hervorzuheben ist.

Jede Wurzel hat, je tiefer sie entspringt, infolge des Descensus columnae vertebralis einen um so längeren und steileren Weg im Wirbelkanal und zunächst im Durasack zurückzulegen. Der Austrittsstelle des 1. Halsnerven aus dem Rückenmark liegt der zugehörige Porus durae und das zugehörige Intervertebralloch gerade gegenüber; nach dieser Stelle konvergieren je die beiden Wurzeln. Allmählich aber wird der Winkel, welchen die aus dem Rückenmark tretenden und absteigenden Wurzeln mit dem Rückenmarke bilden, immer kleiner, bis zuletzt an der Cauda equina alle Wurzeln gerade abwärts zu verlaufen scheinen (Fig. 309 von den Wurzeln *L* 1 an abwärts).

Nach Nuhns Bestimmungen tritt der 1. Halsnerv in gleicher Höhe mit dem Rande des Hinterhauptloches aus dem Mark, der 8. Halsnerv gegenüber dem Dorn des sechsten Halswirbels, der 6. Brustnerv zwischen dem Dorn des vierten und fünften Brustwirbels, der 12. Brustnerv

gegenüber dem Dorn des zehnten Brustwirbels, der 5. Lendennerv gegenüber der unteren Hälfte des Dornes des zwölften Brustwirbels, der 5. Kreuznerv in der Höhe der oberen Hälfte des Dornes des ersten Lendenwirbels.

Die dorsalen Wurzeln sind im allgemeinen stärker als die ventralen. Eine Ausnahme macht der 1. Halsnerv, dessen hintere Wurzel nur etwa das halbe Kaliber der vorderen hat.

Am stärksten sind im Gebiet der Halsanschwellung die Wurzeln des 6. Halsnerven, an der Lendenanschwellung die Wurzeln des 2. Kreuznerven.

Varietäten im Austritt von Wurzelbündeln aus dem Rückenmark und in ihrem Verlauf sind nicht allzu selten. So kommen Asymmetrien vor, welche entweder eine Ausgleichung durch andere Wurzeln erfahren oder nicht. Ein Wurzelbündel kann zwischen zwei Wurzelbezirken austreten und sich dem oberen oder unteren oder unter Teilung beiden anschließen. Besonders eigentümlich sind Wurzelfäden, welche aus einer oberen Wurzel sich ablösen, in eine untere eintreten und in ihr zentralwärts ziehen (Ansa zentripetalis von Hilbert); oder Wurzelfäden, welche von einer oberen Wurzel in zentripetaler Richtung abtreten und in zentrifugaler Richtung in eine untere umbiegen (Ansa centrifugalis von Hilbert). Die Ansa centrifugalis, anscheinend die sonderbarste Anomalie, ist indessen gegenwärtig leicht erklärlich, wie Fig. 312 erläutert. Anders mit der Ansa centripetalis, falls nicht dennoch, sei es in der oberen oder unteren (motorischen) Wurzel eine schließliche Umkehr in der Peripherie stattfindet; man würde sonst an ein weit lateralwärts ausgebogenes Längsfaserbündel des Rückenmarkes denken müssen.

Fig. 312.

Bahn in der ungewöhnlichen Ansa centrifugalis der Spinalnervenwurzeln.
1 und 3 zwei sensible Wurzeln mit ihren Fila radicularia; 2 und 4 zwei spinale Ganglien; 5 eine Spinalganglienzelle mit ihren beiden Ausläufern, dem zentripetalen und dem zentrifugalen; *f* Ansa centrifugalis; *p* Ansa centripetalis.

Die Größe der Spinalganglien ist im allgemeinen proportional der Stärke der beteiligten Wurzel, so daß den stärksten hinteren Wurzeln die größten Ganglien, den schwächsten die schwächsten Ganglien entsprechen (Fig. 30, 308, 309). Sind doch die Ganglien für die überwiegende Fasermenge der hinteren Wurzeln die Ursprungskerne!

Das Ganglion des N. coccygeus I ist 0,5—2 mm lang und hat seine Lage beständig innerhalb des Durasackes, bald näher dem oberen, bald näher dem unteren Ende der Nervenwurzel, oder in deren Längsmitte. Auch der letzte Sakralnerv trägt sein Ganglion zuweilen im Durasack, während alle höher gelegenen Nervenknoten außerhalb des Durasackes liegen. Hier nehmen sie die Foramina intervertebralia, in den beiden obersten Räumen die seitliche Ecke der Fissura intervertebralis ein. Am Kreuzbein liegen die Ganglien natürlich lateral vom Canalis sacralis, in dem Gange, welcher ventral zu den Foramina sacralia anteriora, dorsal zu den Foramina sacralia posteriora führt. Fig. 32.

Wenn der gemischte Stamm der Spinalnerven aus den Intervertebrallöchern hervortritt, ist er meist schon in den Ramus anterior und posterior gespalten. Am Kreuzbein findet die Teilung noch innerhalb der Canales intersacrales, der Austritt durch die Foramina sacralia anteriora und posteriora statt. Die zwei letzten Spinalnervenpaare verlassen den Wirbelkanal durch die von lockerem Fettgewebe eingenommene Spalte, welche der seitliche Rand des Lig. sacrococcygeum posterius mit den Steißwirbelkörpern einschließt. Fig. 309.

Während mit Ausnahme des ersten Nervenpaares die hinteren Wurzeln stärker sind, als die vorderen, ist es umgekehrt mit der Stärke des Ramus anterior und posterior. Dies ist leicht einzusehen, da der Ramus anterior ein weit größeres Gebiet zu versorgen hat, als der Ramus posterior. Der Ramus

anterior ist also der stärkere; nur am 1. Halsnerven sind beide Äste etwa gleich; der Ramus posterior des 2. Halsnerven ist aber stärker.

1. Die Rami posteriores sind wesentlich für die Rückenhaut und für die eigentlichen Rückenmuskeln bestimmt.

2. Die Rami anteriores versorgen Haut und Muskeln des ventralen Teiles der Rumpfwand, zu welchem auch beide Extremitäten gehören.

3. Die Rami meningei versorgen den Wirbelkanal und die Rückenmarkshäute.

4. Die Rami communicantes gelangen zu den Eingeweiden und zu den Gefäßen, unter Vermittlung und Beteiligung eines besonderen nervösen Apparates, des N. sympathicus; sie führen aber auch sympathische Fasern spinalwärts. Fig. 311.

Bei der Beschreibung des gemeinsamen Stammes der Spinalnerven ist ferner einer Tatsache zu gedenken, welche mit der Astbildung dieses Stammes in Zusammenhang steht. Von Magendie wurde beobachtet und von der Folgezeit bestätigt, daß der periphere Stumpf einer durchschnittenen vorderen, motorischen Wurzel empfindlich ist. Durchschneidung der gleichnamigen hinteren, sensiblen Wurzel hebt diese „rückläufige Empfindlichkeit" auf. Die sensiblen Fasern der motorischen Wurzel stammen hiernach aus der gegenüberliegenden hinteren Wurzel. Von hier aus verlaufen die Fasern wahrscheinlich bis in den vorderen gemischten Ast des betreffenden Nerven, um hier, im Gebiet des Plexus desselben, in die motorische Wurzel umzubiegen und in die Pia zu gelangen (Schiff).

Etwas Ähnliches findet in der Peripherie der Nerven statt. Der periphere Stumpf besonders motorischer Nerven, wie des Facialis, zeigt sich empfindlich, und zwar um so deutlicher, je mehr peripher die Durchschneidung vorgenommen wurde. Hieraus ist zu schließen, daß im Gebiete der peripheren Verbreitung der motorischen Nerven sensible Fasern auch in zentraler Richtung sich der Bahn des motorischen Nerven anschließen, um ihn später wieder zu verlassen. Man nennt diese Form die „periphere rückläufige Empfindlichkeit".

Jeder gemeinsame Nervenstamm hält sich mit seinem ganzen Astgebiet in der Regel in den Grenzen des ihm zukommenden Körpersegmentes und jeder der vier primären Äste wiederum in dem ihm zukommenden Gebiet. Doch gibt es Ausnahmen. Eine solche findet sich z. B. im oberen Halsteil. Der Hautast des Ramus posterior des 2. Halsnerven, N. occipitalis major genannt, verbreitet sich als sensibler Nerv über den Hinterkopf bis in die Scheitelgegend. Fig. 290, 315.

Der linke und rechte Stamm je eines Spinalnervenpaares versorgt das zugehörige Körpersegment im allgemeinen in symmetrischer Weise. Die Medianebene bildet dabei im allgemeinen die Grenzscheide der beiderseitigen Versorgung. So verhält es sich auch bei den Gehirnnerven. Dies hindert jedoch nicht, daß in der ventralen und dorsalen Mittellinie auf kurze Strecken eine von beiden Seiten ausgehende Gebietsüberschreitung von seiten der Hautnerven stattfindet, anscheinend in alternierender Weise. Man kann sich das Verhältnis in Form einer sägeförmigen Linie vorstellen. Dies erinnert unwillkürlich an die sagittalen Knochennähte des Schädeldaches: hier tritt der Knochen der einen Körperhälfte in Form einer verwickelten Sägelinie je in die andere Körperhälfte hinüber. Vermutlich ist es auch so mit den Gefäßen; deutlich ist es bei manchen Muskeln.
Die Überkreuzung der Hautnerven ist von Zander festgestellt worden.

Wenn auch die einzelnen spinalen Nervenpaare sich in ihrer kranialen und kaudalen Verbreitung im allgemeinen an das zugehörige Körpersegment halten, so schließen sich doch die Äste keineswegs streng gegeneinander ab; vielmehr bilden gegenseitige Verbindungen von Ästen benachbarter segmentaler Nerven eine sehr häufige, in gewissen Gegenden durchaus typische Erscheinung.

So gehören Verbindungen der Rami posteriores im Hals- und Kreuzgebiete zu den regelmäßigen Vorkommnissen.

Eine viel größere Rolle aber spielen die Verbindungen und Geflechtbildungen bei den Rami anteriores. Im ganzen können beim Menschen jederseits zwei große ventrale Plexus unterschieden werden, ein oberer und ein unterer Rumpfplexus, welche durch den plexuslosen Brustteil voneinander getrennt sind.

Der obere Rumpfplexus, Plexus cervico-brachialis, besteht aus der Verbindung der Rami anteriores aller Hals- und des 1. Brustnerven, nebst einem häufigen Anteil des 2. Brustnerven. Oben steht er mit Hirnnerven in Verbindung.

Der untere Rumpfplexus, Plexus lumbo-sacralis, schließt die Rami anteriores sämtlicher Lumbal-, Sakralnerven und des N. coccygeus I ein; er steht oben mit dem 12. Brustnerven in Verbindung.

Doch bilden nicht nur Rami posteriores und anteriores je dorsale und ventrale Geflechte, sondern auch die Rami meningei und Rami communicantes zeigen außerordentlich reich entwickelte Geflechte; der Plexus meningeus geht jederseits durch den ganzen Wirbelkanal hindurch; ebenso verhält es sich mit dem Plexus intestinalis, mit welchem Namen die Gesamtheit aller Geflechte des Eingeweidenervensystems gemeint ist; dieser ist dadurch noch besonders ausgezeichnet, daß in den Knotenpunkten Haufen von Nervenzellen sich sammeln; so kommt der N. sympathicus zur Erscheinung.

Man kann bezüglich der Ausbildung der Plexus dorsales, ventrales, meningei und intestinales annehmen, daß eine Verwandtschaft der Segmente sie bedinge, ebenso, wie die Kommissuren, Dekussationen und medianen Überkreuzungen des Nervensystems auf einer Verwandtschaft beider Körperhälften beruhen. Da aber Plexusbildungen innerhalb der Astfolge eines und desselben segmentalen Nerven im peripheren Gebiet eine äußerst verbreitete Einrichtung darstellen, und Plexusbildung sogar in den Nervenzentren und im Innern aller peripheren Stämme und Zweige überall vorkommt, so wird man daran denken müssen, in der Geflechtbildung eine Erscheinung zu erblicken, die das Nervensystem als Ganzes auszeichnet und welche ihre Grundlage hat in jenen Nervensystemen der niederen Tierwelt, die aus einem nervenzellenhaltigen Geflecht bestehen.

Siehe auch unten: Neurales Segment und Muskelsegment; Sklerozonen. — Bolk, L., Die Segmentaldifferenzierung des menschlichen Rumpfes und seiner Extremitäten. Morph. Jahrb. XXV, 1897. — Derselbe, Beiträge zur Affenanatomie: Der Plexus cervico-brachialis der Primaten; mit 39 Figuren im Text. In Petrus Camper, I, 1902. — Eisler, P., Die Ursache der Geflechtbildung an den peripheren Nerven. Verhandl. anat. Ges. 1902. — Ottendorf, G., Die Plexusbildung der Nerven in der Mittellinie der Rückenhaut einheimischer Frösche. Arch. mikr. Anat. Bd. 53, 1899.

Die fünf Abteilungen der Spinalnerven.

1. Die Halsnerven, Nn. cervicales, bestehen aus acht Paaren.

Das erste Halsnervenpaar verläßt den Wirbelkanal zwischen dem Hinterhauptbein und dem Atlas, die folgenden zwischen je zwei Halswirbeln, das achte zwischen dem letzten Hals- und dem ersten Brustwirbel. Die Halsnerven nehmen an Stärke bis zum sechsten einschließlich zu, welcher der mächtigste ist; von hier an nehmen sie ab; die Abnahme setzt sich auf den größten Teil der Brustnerven fort.

2. Die Brustnerven, Nn. thoracales, bilden zwölf Paare, welche mit Ausnahme des ersten Paares, gegenüber der unteren Hälfte der Halsnerven eine sehr geringe Stärke besitzen. Die unteren Brustnerven nehmen indessen an Stärke wieder etwas zu.

Die Schwäche der Brustnerven ist nicht unverständlich, wenn beachtet wird, welchen Bedingungen die unteren Halsnerven ihre ausnehmende Stärke verdanken. Die Muskellager des Schultergürtels und der freien Extremität, die sehr bedeutende Entfaltung der Haut, welche durch die Gegenwart der Extremität veranlaßt wird, diese beiden Ursachen sind es vorzugsweise, welche die Stärke der unteren Halsnerven und des ersten Brustnerven notwendig machen und erklären. Werden jene Muskellager und die Hauthülle der Extremität weggelassen, so liegen ähnliche Verhältnisse vor wie am Rumpfe. Es kommt aber noch ein Umstand hinzu, welcher dazu beiträgt, den Unterschied zwischen der Stärke der unteren Halsnerven und der Brustnerven zu vergrößern. Der Brustkorb wird zum Teil von einer Muskulatur überlagert, welche ihre Nerven gar nicht von Brustnerven, sondern von Hals- und Kopfnerven erhält. Die zur oberen Extremität gehörigen Brust- und breiten Rücken-

muskeln sind von einer Versorgung durch Brustnerven ausgeschlossen; um so schwächer werden die Brust-, um so stärker die Halsnerven sein. Der erste Brustnerv tritt zwischen dem ersten und zweiten Brustwirbel, der letzte zwischen dem letzten Brust- und ersten Lendenwirbel aus.

3. Die Lendennerven, Nn. lumbales, aus fünf Paaren bestehend, setzen die Zunahme an Stärke, welche bereits an den unteren Brustnerven zutage trat, in steigendem Grade fort.

Sie kommt jedoch ausschließlich dem Ramus anterior zugute, denn die Rami posteriores der Lendennerven sind von geringer Stärke und nehmen nach unten zu sogar ab. Der erste Lendennerv nimmt seinen Austritt zwischen dem ersten und zweiten Lendenwirbel, der letzte zwischen dem letzten Lenden- und ersten Kreuzwirbel.

4. Die fünf Sakralnerven, Nn. sacrales, und die sich anschließenden Steißnerven nehmen an Stärke allmählich ab; der erste Sakralnerv aber ist der mächtigste aller segmentalen Nerven.

Die vier oberen Sakralnerven treten durch die Canales intersacrales aus dem Wirbelkanal aus; ihre Rami posteriores gelangen durch die Foramina sacralia posteriora nach hinten, die Rami anteriores durch die Foramina sacralia anteriora nach vorn. Der fünfte Sakralnerv nimmt zwischen dem letzten Kreuz- und dem ersten Steißwirbel, der erste Steißnerv zwischen dem ersten und dem zweiten Steißwirbel seinen Austritt aus dem Wirbelkanal (siehe Fig. 309).

5. Die Kaudalnerven, Nn. coccygei.

Von Kaudalnerven ist in der Regel nur einer makroskopisch darstellbar, der erste; die Elemente eines zweiten und dritten sind in feinen, in der Regel mikroskopischen Bündeln enthalten, welche im Filum terminale herabziehen und auch noch kleine Gruppen wohlausgebildeter Spinalganglienzellen enthalten (Rauber). Zuweilen ist der zweite N. coccygeus stärker als gewöhnlich entwickelt, löst sich vom Filum terminale ab und gleicht alsdann in allem einem gewöhnlichen Spinalnerven. Die Zahl der im Filum terminale des Menschen enthaltenen Nervenfasern beträgt durchschnittlich über 100.

Im folgenden sind nun zuerst die Rami posteriores, darauf die Rami meningei, sodann die Rami anteriores der Spinalnerven zu untersuchen; endlich folgen die Rami communicantes, welche schon in das Gebiet des N. sympathicus hinüberführen, indem sie das spinale Nervensystem mit dem Sympathicus verbinden, in letzteren spinale Elemente, aber auch sympathische Fasern in das spinale System gelangen lassen.

A. Rami posteriores der Spinalnerven. Fig. 314, 315.

Die Rami posteriores der Spinalnerven versorgen:

1. Die Rückenhaut, vom Scheitel bis zur Steißbeinspitze.

Die laterale Grenze dieses großen Hautnervenfeldes des Rückens ist jederseits durch eine Linie bestimmt, welche vom Scheitel über die Mitte der Linea nuchae superior zum Seitenrande des M. trapezius herabläuft und diesem bis zum Akromion folgt. Von hier neigt sich die Grenzlinie zuerst medianwärts, indem sie den unteren Winkel der Skapula kreuzt, beginnt aber von der Mitte des Rückens an lateralwärts vorzudringen, schneidet die Mitte der Crista iliaca und erreicht die Haut über dem großen Trochanter. Von diesem Orte aus zieht die Grenzlinie in einem leicht aufwärts konvexen Bogen zur Steißbeinspitze.

2. Die Rückenmuskulatur im engeren Sinne (siehe Abt. III, S. 28).

Wie sich bei einer Vergleichung dieser Grenzlinie mit der lateralen Grenze der eigentlichen Rückenmuskulatur ergibt, greift das dorsale Hautnervenfeld an zwei Stellen über das dorsale Muskelfeld ziemlich beträchtlich hinaus; in der Akromial- und in der Trochantergegend.

Innerhalb dieses langen symmetrischen Haut- und Muskelnervenfeldes verteilen sich die Nerven nicht überall genau entsprechend den Wirbelsegmenten; letztere sind nicht der genaue Ausdruck für die verschiedenartigen übrigen Bestandteile eines Körpersegmentes, wie für das Darmsegment, Hautsegment; doch ist es ungewiß, wie weit ein Hautsegment sich erstreckt, wenn

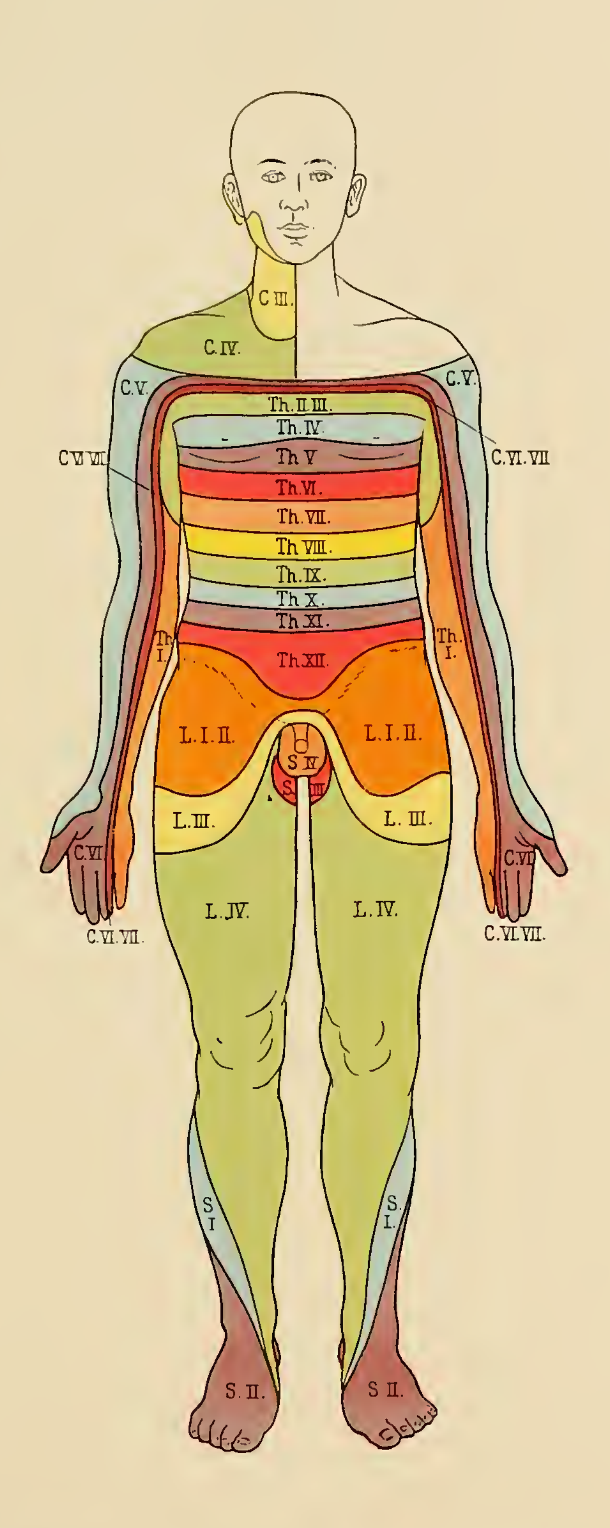


Fig. 313. Innervierung der Haut nach den Rückenmarksegmenten. Vorderseite.
C. VIII ist in dem mit Th. I bezeichneten Felde enthalten; L. V. ist in dem mit L. IV bezeichneten Felde enthalten.

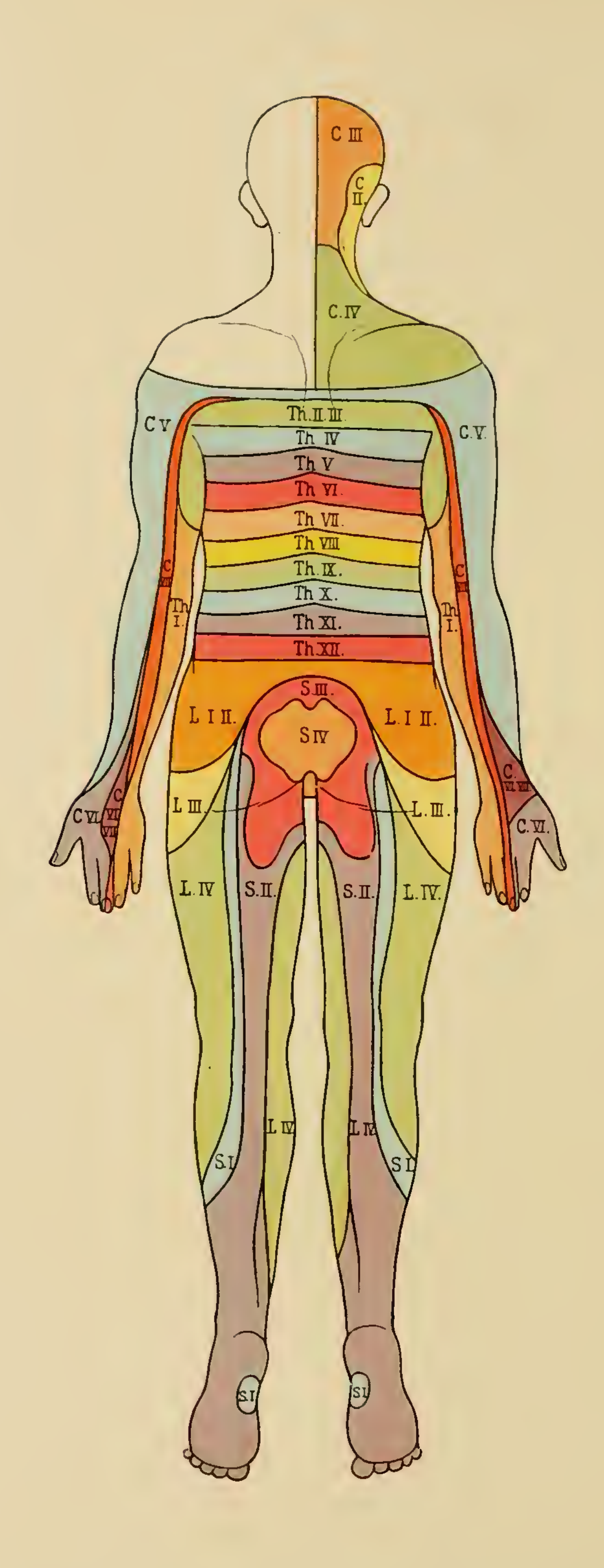


Fig. 314. Innervierung der Haut nach den Rückenmarksegmenten. Rückseite.
C. VIII ist in dem mit Th. I bezeichneten Felde enthalten; L. V. ist in dem mit L. IV bezeichneten Felde enthalten.

man nicht gerade die Nervenverteilung zur Abgrenzung benützen kann. Daher ist sachlich nur festzuhalten, daß die Hautzweige des dorsalen Astes des 2. Halsnerven bis zur Scheitelgegend des Kopfes vordringen. Auch die Hautzweige der Rami posteriores der mittleren Halsnerven zeigen noch eine etwas aufsteigende Bahn, während die der unteren Halsnerven und Brustnerven eine leicht absteigende Richtung verfolgen. Einen steil abfallenden Weg schlagen die zur Hüft- und oberen Gesäßgegend ziehenden Hautnerven ein.

Was die von den Rami posteriores innervierten Muskeln betrifft, so halten die zugehörigen motorischen Nerven sich ganz in den segmentalen Grenzen.

Da das dorsale Haut- und Muskelnervenfeld eine ansehnliche Breite besitzt, ist zur Innervierung beider die typische Einrichtung getroffen, daß jeder Ramus posterior sich je in einen Ramus medialis und lateralis teilt. Am deutlichsten ist diese Eigentümlichkeit im Brustnervengebiet ausgeprägt. Medialer und lateraler Ast können beide sowohl sensible als motorische Fasern enthalten. Siehe Fig. 315.

1. Rami posteriores der 8 Halsnerven.

Wie schon oben erwähnt, erfolgt die Teilung des Nervus spinalis in den Ramus posterior und anterior meist schon innerhalb des Foramen intervertebrale. Von der Teilungsstelle aus gelangen die Rami posteriores der Halsnerven, abgesehen von dem besonders zu betrachtenden 1. und 2. Halsnerven, um die Außenfläche der Gelenkfortsätze herum nach hinten. An der lateralen Seite des M. semispinalis cervicis teilt sich jeder Ramus posterior in die beiden typischen Zweige, den Ramus medialis und den Ramus lateralis.

α. Die Rami laterales sind rein motorisch und dienen der Versorgung der Mm. splenius, longissimus cervicis et capitis, iliocostalis cervicis.

β. Die Rami mediales enthalten sowohl sensible als motorische Fasern.

Die Hautzweige gelangen unter Durchbohrung der deckenden Muskeln neben den Wirbeldornen unter die Haut. Der Hautnerv des Ramus posterior III entwickelt einen aufsteigenden Zweig, welcher sich entweder noch in der Tiefe der Nackenmuskulatur mit dem Hautaste des Ramus posterior II (N. occipitalis major) verbindet, oder dicht neben dem Nackenbande selbständig die Trapeziussehne durchbohrt, um in der Haut oberhalb der Protuberantia occipitalis externa sich auszubreiten und mit Zweigen des N. occipitalis major Verbindungen einzugehen. Der selbständig aufsteigende Hautzweig des Ramus posterior III führt den Namen N. occipitalis tertius.

Die motorischen Zweige sind kurze Fäden, welche zu den Mm. multifidus, semispinalis cervicis, semispinalis capitis, interspinales gelangen.

Die erwähnte Verbindung des Ramus posterior II und III stellt eine Ansa cervicalis posterior dar. Ähnliche Verbindungen kommen auch zwischen den medialen Zweigen der Rami posteriores der übrigen Halsnerven vor. Sie haben ihre Lage unter dem Semispinalis cervicis und stellen den Plexus cervicalis posterior dar.

Die Rami posteriores des 1. und 2. Halsnerven verhalten sich folgendermaßen, Fig. 315:

Der N. cervicalis primus s. suboccipitalis liegt nach dem Austritt aus dem Wirbelkanal im Sulcus arteriae vertebralis des Atlas, unter der A. vertebralis. In diesem Sulcus teilt er sich in zwei nahezu gleichstarke Äste, die fast rechtwinklig auseinanderweichen. Der Ramus posterior I verzweigt sich im Gegensatze zu den Rami posteriores der folgenden Spinalnerven ausschließlich in Muskeln, und zwar im Rectus capitis posterior major und minor, im Obliquus superior und inferior. Durch einen den Obliquus inferior durchsetzenden Ast anastomosiert er zuweilen mit dem hinteren Aste des Cervicalis II.

Der N. cervicalis secundus teilt sich nach seinem Austritt aus dem Wirbelkanal am unteren Rande des M. obliquus capitis inf. in den Ramus anterior und posterior. Der letztere, weitaus stärkere, schlingt sich um den

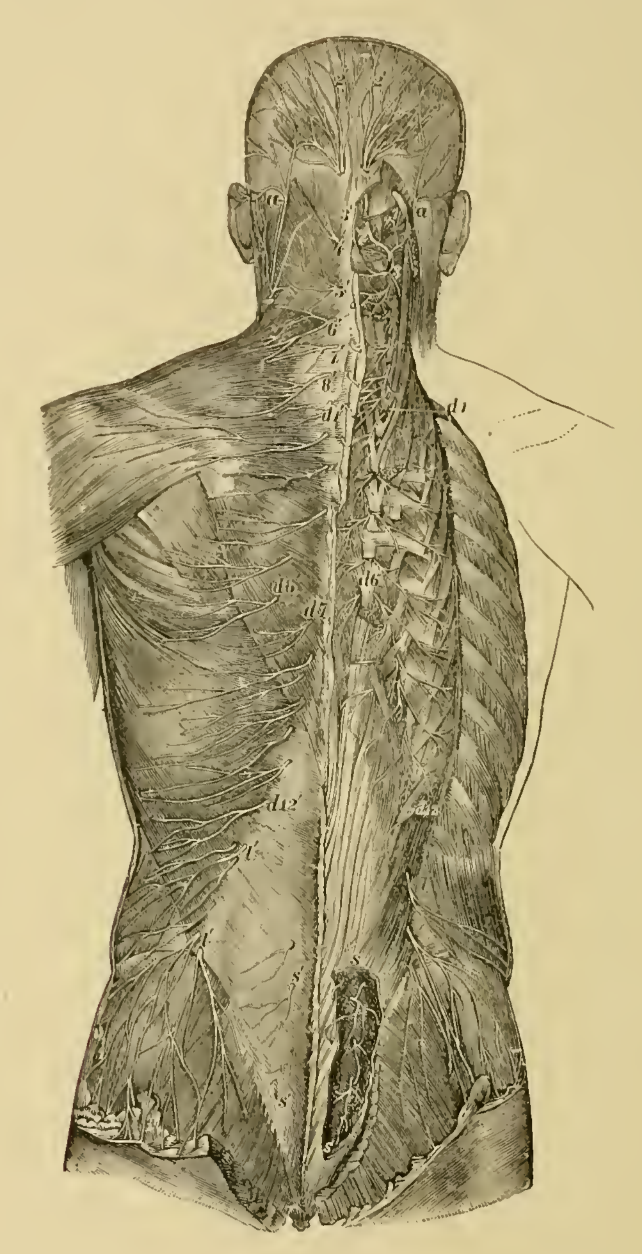


Fig. 315.

Übersicht über die Verbreitung der dorsalen Äste sämtlicher Rückenmarknerven. (Hirschfeld und Leveillé.) 1 : 5. Links sind die Hautäste, rechts die Muskeläste dargestellt.

a N. occipitalis minor aus dem Plexus cervicalis; 1 hinterer Ast des ersten Halsnerven; 2 N. occipitalis major; 2' seine Ausbreitung am Hinterhaupt; 3 lateraler Zweig des hinteren Astes vom dritten Cervikalnerven; 3' dessen medialer Zweig (N. occipitalis tertius); 4', 5', 6', 7', 8' mediale Zweige der dorsalen Äste der gleichzifferigen Halsnerven; auf der rechten Seite ihre lateralen (Muskel-) Zweige; *d*1, *d*6, *d*12 laterale Zweige der dorsalen Äste der Brustnerven (rechts); *d*1', *d*6', *d*7', *d*12' Hautzweige (mediale) der dorsalen Äste der Brustnerven (links); *l*, *l*, *l'*, *l'* laterale Zweige der dorsalen Äste der Lumbalnerven (der drei oberen); *s*, *s* dorsale Äste der Sakralnerven, durch Schlingen untereinander verbunden; *s'*, *s'* einige Hautzweige derselben auf der linken Seite.

Rand des genannten Muskels nach hinten und gelangt zwischen die kurzen occipito-vertebralen Muskeln und den Semispinalis capitis. Er teilt sich in drei Zweige, einen aufsteigenden, einen absteigenden und einen in aufwärts konkavem Bogen die Fortsetzung des Stammes bildenden Zweig. Der aufsteigende versorgt den Longissimus capitis und sendet am medialen Rande des Splenius einen nicht ganz beständigen Hautast zur Hinterhauptgegend. Der absteigende Zweig dringt in die Zacken des Semispinalis capitis und anastomosiert mit dem Ramus posterior III. Der dritte Ast, N. occipitalis major, durchbohrt den Semispinalis capitis und die Trapeziussehne, gelangt dadurch, 2—3 cm von der Medianlinie entfernt, in der Gegend der Linea nuchae superior unter die Haut. Hier plattet er sich ab, teilt sich wiederholt und verzweigt sich bis zum Scheitel, manchmal sogar bis zur Sutura coronalis. Der Verlauf der Zweige folgt zum Teil den Ästen der A. occipitalis. Seine Durchtrittsstelle durch die Trapeziussehne fällt bald mit derjenigen der A. occipitalis zusammen, bald schlägt ein abgetrenntes Bündel einen selbständigen Weg ein.

Die Abweichungen der Rami posteriores I und II von den übrigen finden ihre Erklärung in der Berücksichtigung ihrer Lage. Die Nachbarschaft des Kopfes hat mit der Entfaltung der Hinterhauptgegend Modifikationen an beiden Nerven hervorgerufen.

Was die Stärke der Rami posteriores der Halsnerven betrifft, so ist der zweite der stärkste; von III bis VIII nehmen sie allmählich an Stärke ab.

2. *Rami posteriores der 12 Brustnerven.* Fig. 315.

Sie gelangen zwischen je zwei Querfortsätzen zu ihrem Verbreitungsgebiete und teilen sich in die beiden typischen Zweige, Ramus medialis und Ramus lateralis.

Während bei den Rami posteriores der Halsnerven der laterale Zweig rein motorischer, der mediale gemischter Art ist, unterscheiden sich die Rami posteriores der Brustnerven dadurch, daß beide außer den stets vorhandenen Muskelnerven auch Hautnerven liefern können. Am häufigsten kommt es vor, daß die Rami posteriores der acht oberen Thorakalnerven starke mediale, die vier unteren starke laterale Hautzweige entsenden. Die medialen Hautzweige durchbohren neben den Wirbeldornen den M. trapezius, weiter unten diesen und den Latissimus dorsi. Die vier unteren lateralen haben ihre Austrittsstelle etwa an der Sehnen-Fleischlinie des Latissimus dorsi.

Die Rami cutanei laterales wenden sich gleich nach ihrer Entstehung unter dem M. longissimus dorsi lateralwärts, treten in dem Zwischenraume zwischen diesem Muskel und dem M. iliocostalis hervor und versorgen die beiden genannten Muskeln in ihrer ganzen thorakalen Ausdehnung.

Die Rami cutanei mediales dringen zwischen dem M. multifidus und M. semispinalis dorsi hervor, entsenden von hier aus die erwähnten, neben den Dornfortsätzen erscheinenden Hautäste und versorgen die Mm. rotatores, den M. multifidus, semispinalis und Spinalis dorsi.

Nur in sehr seltenen Fällen gibt der R. posterior des ersten Brustnerven einen Hautast ab (Frohse 1895).

3. *Rami posteriores der 5 Lendennerven.* Fig. 314, 315.

Die Rami posteriores der Lendennerven teilen sich gleichfalls je in einen medialen und einen lateralen Zweig.

Die schwachen medialen Zweige sind Muskelnerven für den M. multifidus und die Interspinales lumbales; nur die unteren Lendennerven haben feine mediale Hautäste.

Die lateralen Zweige nehmen kaudal an Stärke ab, versorgen die Mm. intertransversarii lumbales und den Lendenteil des M. sacrospinalis. Die lateralen Zweige der zwei unteren Lendennerven erschöpfen sich ganz in der Muskulatur; die der drei oberen entsenden durch den Iliocostalis hindurch ansehnliche Hautnerven, welche über die Crista iliaca hinweg zur oberen Gesäßgegend absteigen und lateral die Gegend des großen Trochanter erreichen; sie werden Nn. clunium superiores genannt.

4. *Rami posteriores der 5 Kreuz- und des einen Steißnerven.* Fig. 314, 315.

Die Rami posteriores der vier oberen Sakralnerven treten durch die großen Foramina sacralia posteriora, die des Sacralis V und Coccygeus I durch den Seitenteil des Lig. sacrococcygeum posterius superficiale nach hinten. Durch auf- und absteigende Zweige miteinander in Verbindung tretend, bilden sie ein Geflecht, den Plexus sacralis posterior, welcher auf der hinteren Fläche der Articulatio sacroiliaca und dem Ursprunge des Lig. sacrotuberosum gelegen ist und folgende Zweige entwickelt:

1. Mediale Zweige. Sie innervieren das untere Ende des M. multifidus und die Haut über der hinteren Fläche des Kreuz- und Steißbeines.

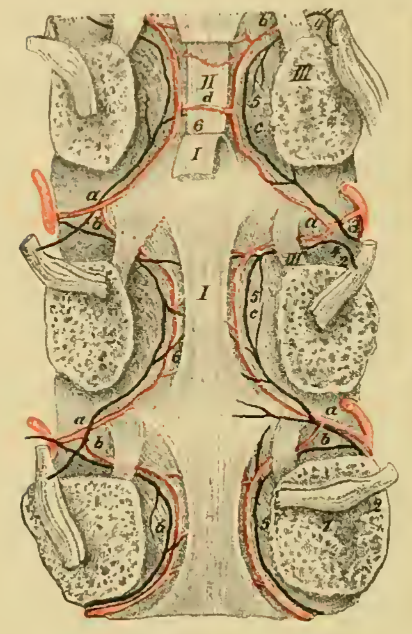


Fig. 316.



Fig. 317.

Fig. 317. **Schema über den Verlauf der Rr. meningei der Spinalnerven in horizontaler Projektion.** (Nach Rüdinger.)

a Rückenmark; *b* Dura mater spinalis. 1 Stamm des R. meningeus; 2 Ramus anterior; 3 vordere Anastomose; 4 Ramus posterior; 5 hintere Anastomose; 6 Ramus medius; 7 Fäden zur Dura; 8 Fäden zur Pia.

Fig. 316. **Verlauf der vorderen Zweige der Rr. meningei der Spinalnerven.** (Nach Rüdinger.)

Hintere Fläche der Wirbelkörper der Pars lumbalis.

I Lig. longitudinale posterius, oberflächliche Schicht; *II* tiefe Schicht. 1 Spinalganglion und vordere Wurzel; 2 gemeinsamer Spinalnervenstamm; 3 und 4 auf- und absteigende Äste der Nn. meningei spinales; 5 und 6 Anastomosen; *a* und *b* auf- und absteigende Äste der Ramuli spinalis; *c* und *d* Anastomosen.

2. Laterale Zweige. Sie kommen nur den drei oberen Sakralnerven zu, durchbohren den Ursprung des Glutaeus maximus und gelangen als Nn. clunium medii zur Haut der hinteren oberen Gesäßgegend.

Gelenknerven für die Articulatio sacroiliaca werden nur von den drei oberen Sakralnerven abgegeben (Rüdinger).

B. Rami meningei der Spinalnerven. Fig. 316, 317.

Von jedem N. spinalis geht ein Ramus meningeus ab, welcher alsbald einen feinen Zuwachs von seiten eines aus dem Nervus sympathicus abgegebenen Fädchens erhält.

Er setzt sich demnach aus einer spinalen (50 Nervenfasern) und einer sympathischen Wurzel (etwa 100 Nervenfasern) zusammen; der spinale Anteil ist nach Rüdinger aus der sensiblen Wurzel abzuleiten. Jeder Ramus meningeus läuft sogleich nach seiner Entstehung durch das Foramen oder die Fissura intervertebralis zurück in den Wirbelkanal.

Dort teilt er sich alsbald in zwei ungleiche Zweige. Der stärkere Zweig zieht im Wirbelkanal, und zwar an der vorderen Wand desselben, aufwärts, der schwächere abwärts. Jeder von ihnen verbindet sich mit dem ihm entgegenkommenden Aste des benachbarten N. meningeus, so daß hier-

durch jederseits eine vordere Längskette von zierlichen, langgestreckten Ansae meningeae entsteht, welche in ihrer Aufeinanderfolge die ganze Ausdehnung der Wirbelsäule einnehmen, kranial in das Kopfgebiet sich fortsetzen und in ihrer Gesamtheit als Plexus meningeus anterior bezeichnet werden können.

Die konvexen Ränder der Schlingen der rechten und linken Seite sehen einander entgegen und sind demnach medianwärts gerichtet. Sie liegen dabei in der Nachbarschaft des Lig. longitudinale posterius. Von besonderem Interesse ist es ferner, daß die Schlingen beider Seiten auch in gegenseitige Verbindung treten durch feine in querer Richtung ziehende Fäden (Ramuli transversi), welche zwischen der oberflächlichen und tiefen Schicht des hinteren Längsbandes durchtreten. Fig. 316.

Auch an der hinteren Wand des Wirbelkanals verbreiten sich feine Nerven, welche entweder von den genannten Rami meningei sich abzweigen oder auch vom Ramus communicans entspringen, in auf- und absteigende Zweige zerfallen, Verbindungen mit den Nerven der gegenüberliegenden Seite eingehen können und so einen Plexus meningeus posterior darstellen. Über den R. communicans siehe Fig. 310.

Von dem Eintritt der Nervenzweige in das Foramen intervertebrale bis zu ihrem Ende findet eine nach allen Richtungen verlaufende reiche Verzweigung statt, welche die Knochen, den Bandapparat, die Gefäße, aber auch die Rückenmarkshäute versorgt. Zu den letzteren gelangen die Fäden in Begleitung der bezüglichen Gefäße, nämlich des Ramulus medius des Ramus spinalis. S. Abt. III, S. 343.

Am Brust-, Lenden-, Kreuzteil der Wirbelsäule sind die Verhältnisse der Nn. meningei in allen wesentlichen Stücken übereinstimmend. Im Halsteil bewirkt der die A. vertebralis begleitende Plexus vertebralis eine gewisse Abänderung. Es entsenden auch hier die Spinalnerven und Rami communicantes die Nn. meningei, doch beteiligt sich der Plexus vertebralis selbst an der Versorgung des Wirbelkanals.

An allen Orten sind die betreffenden Nerven mehr oder weniger eng von Arterien (Rami spinales) und ihren Verzweigungen begleitet.

Es wurde schon erwähnt, daß die Nervenverbreitung an den Wänden der Schädelhöhle wesentlich denselben Regeln folgt; die hierher gehörigen Nerven sind bereits bei den Gehirnnerven als Rami meningei der drei Äste des Trigeminus, des Vagus und Hypoglossus beschrieben worden; auch diesen gesellen sich sympathische Fäden zu.

Vergleicht man das Verbreitungsgebiet der Rami meningei und ihren Ursprung mit den Verhältnissen des Ramus anterior, posterior und communicans, so stellen jene eine so eigenartige Gruppe dar, daß sie nicht als Anhang eines der drei anderen Astsysteme, sondern als ein besonderes, den übrigen gleichwertiges Astsystem sich geltend machen.

C. Rami anteriores der Spinalnerven. Fig. 2, 310.

Allgemeines. Das Versorgungsgebiet der vorderen Äste der Spinalnerven umfaßt die Haut und Muskulatur des vorderen Abschnittes der Leibeswand, daher auch die Haut und Muskulatur der Extremitäten; denn letztere stellen besonders gestaltete Auswüchse der ventralen Leibeswand dar. Da ein Teil der ventralen Leibeshaut bei der Ausbildung der äußeren Genitalien Verwendung findet, so gehören auch letztere zum ausgedehnten Versorgungsgebiet der ventralen Äste der Rückenmarksnerven.

Die Rr. antt. benachbarter Spinalnerven treten häufig miteinander in Verbindung, indem ein Nerv in den benachbarten ganz oder zum Teil übergeht. Dadurch entstehen spitzwinkelige, selten bogenförmige Schlingen, welche Ansae genannt werden. Sie sind unbeständig im Bereich der Brustnerven, an allen anderen Spinalnerven aber stets vorhanden und bilden den Anfang der sechs verschiedenen Plexus. Zu diesen treten die vorderen Äste von meist vier Spinalnerven zusammen; wobei jedoch auch hier schon zu bemerken ist, daß die Verteilung nicht so genau erfolgt, wie in der folgenden Übersicht, sondern daß größere oder geringere Teile einzelner vorderer Äste zu dem angrenzenden Plexus ziehen. (Genaueres darüber wird bei den einzelnen Plexus gesagt werden). Es enthält:

1. Der Plexus cervicalis die vorderen Äste der vier oberen Cervikalnerven.

2. Der Plexus brachialis die vorderen Äste der vier unteren Cervikal- und des ersten Thorakalnerven.

3. Der Plexus lumbalis die vorderen Äste der vier oberen Lumbalnerven.

4. Der Plexus sacralis die vorderen Äste des fünften Lumbal- und der drei oberen Sakralnerven.

5. Der Plexus pudendus den vorderen Ast des vierten Sakralnerven und einen Teil des dritten.

6. Der Plexus coccygeus den vorderen Ast des fünften Sakralnerven, den N. coccygeus und einen Teil des dritten Sakralnerven.

1. Das Halsgeflecht, Plexus cervicalis. CI–CIV. Fig. 318–325.

Der Plexus cervicalis besteht aus den durch anastomotische Äste zu einem Geflechte verbundenen Rami anteriores der vier oberen Halsnerven, in kurzer Bezeichnung aus CI–IV[1]). Die Schlingen selbst heißen Ansae cervicales, deren somit drei am Plexus cervicalis vorhanden sind: Ansa cervicalis prima, secunda und tertia. Die Ansa quarta, nicht beständig vorhanden, verbindet den Plexus cervicalis mit dem Plexus brachialis; die erste Schlinge, zwischen CI und CII gelegen, heißt auch Ansa atlantis; sie läuft über die vordere Fläche des Querfortsatzes des Atlas.

Der Ramus anterior des ersten Halsnerven hat bei seiner Trennung vom Ramus posterior im Sulcus arteriae vertebralis des Atlas seine Lage und wird von der A. vertebralis bedeckt; an der vorderen Seite der Halswirbelsäule kommt er zwischen dem Rectus capitis anterior und dem Rectus capitis lateralis zum Vorschein. CII tritt zwischen der A. vertebralis und dem M. intertransversarius posterior I hervor; CIII–CVIII betreten das vordere Halsgebiet durch die Lücke zwischen dem Intertransversarius posterior und anterior. Medial und vorn befinden sich die Insertionszacken der Mm. longus capitis, longus colli, scalenus anterior; lateral und hinten liegen die Insertionszacken des Scalenus medius, Levator scapulae und Splenius colli.

Der Plexus cervicalis liegt zur Seite der betreffenden Halswirbel vor den Muskeln, welche an den hinteren Höckern der Querfortsätze inserieren, und wird vom oberen Teil des M. sternocleidomastoideus bedeckt.

a) Verbindungszweige des Plexus cervicalis.

1. Verbindungszweige von CIII mit dem Accessorius vor dessen Eintritt in den Sternocleidomastoideus.
2. Verbindungszweige von CI–III mit dem Hypoglossus.
3. Rami communicantes mit dem Grenzstrange des Sympathicus.
4. Ein Verbindungsfaden von CI zum Plexus vertebralis.
5. Ein Verbindungsfaden von CIV zu CV.

b) Hautäste des Plexus cervicalis.

1. N. occipitalis minor. Fig. 295, 318.

Er stammt meist aus der Ansa secunda und kommt am hinteren Rande des M. sternocleidomastoideus, oberhalb der Mitte desselben zum Vorschein. Auf dem M. splenius capitis steil aufwärts ziehend und die Insertionssehne des M. sternocleidomastoideus kreuzend, spaltet er sich meist in zwei Äste, welche die laterale Hinterhauptgegend versorgen und mit dem N. occipitalis major einerseits, andererseits mit dem N. auricularis magnus in Verbindung treten. Bei früherer Teilung heißt der vordere, meist feinere Zweig N. occipitalis minor secundus.

2. N. auricularis magnus. Fig. 295, 318.

Er ist gewöhnlich der stärkste Plexusast. Er stammt aus CIII, kommt nahe unterhalb des Occipitalis minor am hinteren Rande des M. sternocleidomastoideus

[1]) Im Folgenden bezeichnet, um nicht den schleppenden Ausdruck Ramus anterior eines bestimmten Segmentalnerven wiederholen zu müssen, C, Th, L, S, Co immer nur den vorderen Ast, nicht den ganzen segmentalen Nerven. In römischer Ziffer ist das Segment ausgedrückt.

zum Vorschein, tritt sofort auf die Außenfläche des letzteren und zieht hinter der V. jugularis externa, anfangs noch vom Platysma bedeckt, aufwärts in der Richtung zum Ohrläppchen. In der Höhe des Angulus mandibulae teilt er sich in einen hinteren und einen vorderen Endast. Der Ramus posterior verzweigt sich in der hinter dem Ohr gelegenen Haut, sowie in der hinteren Haut der Ohrmuschel und verbindet sich hier mit Fäden der Nn. occipitalis minor und auricularis posterior. Der Ramus anterior gelangt zur Haut der Regio parotideo-masseterica, des Ohrläppchens, der konkaven Fläche der Ohrmuschel.

3. N. cutaneus colli. Fig. 318.

Er geht meist aus CIII hervor, zieht dicht unterhalb des N. auricularis magnus, vom Platysma bedeckt, fast horizontal über die äußere Fläche des M. sternocleidomastoideus nach vorn gegen das Zungenbein und teilt sich in einen oberen und einen unteren Ast. Der obere Ast ist die Fortsetzung des Stammes, gibt aufsteigende Zweige, Rami superiores, zur Haut der Regio suprahyoidea. Einer dieser Zweige anastomosiert mit einem absteigenden Faden des Ramus colli n. facialis. Dadurch kommen motorische Fäden des Facialis zum unteren Teil des Platysma, welches allein vom Facialis innerviert wird (Sappey, v. Bardeleben).

Der untere Ast ist entweder ein einzelner Nerv oder besteht aus mehreren Fäden, Rami inferiores, welche das Platysma durchbrechen und die Haut der Regio infrahyoidea versorgen.

4. Nn. supraclaviculares. Fig. 318, 326, 327.

Das an Zahl der Äste variable, starke Bündel geht aus CIV hervor und kommt am hinteren Rande des M. sternocleidomastoideus, dicht unterhalb des N. cutaneus colli, in einer Reihe von Zweigen zum Vorschein. Von hier strahlen die Zweige absteigend teils nach vorn, teils nach hinten, teils lateralwärts aus und werden vom Platysma bedeckt, das sie nur als feine Zweige durchbohren. Den weiten Raum einnehmend, welcher sich von der Incisura jugularis bis zum Akromion erstreckt, verlassen sie die untere Halsgrenze und treten in drei Gruppen über das Schlüsselbein zur Haut der Brust und der Schulter.

Die vordere Gruppe, Nn. supraclaviculares anteriores, wird meist durch einen stärkeren Nerven dargestellt, welcher sich in 6—8 Fäden teilt. Diese überschreiten das Sternalende des Schlüsselbeines und versorgen die Haut vor den oberen medialen Teilen des M. pectoralis major. Einige Fäden treten zum Sternoclaviculargelenk (Rüdinger).

Die mittlere Gruppe, Nn. supraclaviculares medii, besteht meist aus drei Zweigen, welche die Mitte des Schlüsselbeines übersteigen und sich in der Haut der lateralen oberen Brustgegend bis zur vierten Rippe verzweigen. Fig. 326.

Die hintere Gruppe, Nn. supraclaviculares posteriores, besteht meist aus einem Nerven, welcher den vorderen Rand des M. trapezius überschreitet, sich teilt und die Haut versorgt, welche den vorderen Teil des Deltoideus bedeckt und die Akromialgegend einnimmt (Fig. 318, 327). Aus dieser Gruppe zweigt sich ein, öfters auch selbständig entspringender motorischer Faden ab, welcher sich mit dem N. accessorius verbindet und mit ihm zum M. trapezius zieht. — Über die sensiblen Gebiete des Plexus cervicalis vergl. Fig. 290, 319, 320.

c) Muskeläste des Plexus cervicalis.

1. Segmental geordnete Zweige für die tiefen vorderen Halsmuskeln.

Longus colli, Longus capitis, Rectus capitis anterior, Rectus capitis lateralis, Intertransversarii, Scalenus anterior und medius, Levator scapulae.

2. N. cervicalis descendens inferior.

Er ist bereits unter den Verbindungen mit dem Hypoglossus erwähnt worden; entsteht aus Fäden von CII–CIV, die sich unter spitzen Winkeln zu einem Stämmchen vereinigen. Dieses zieht

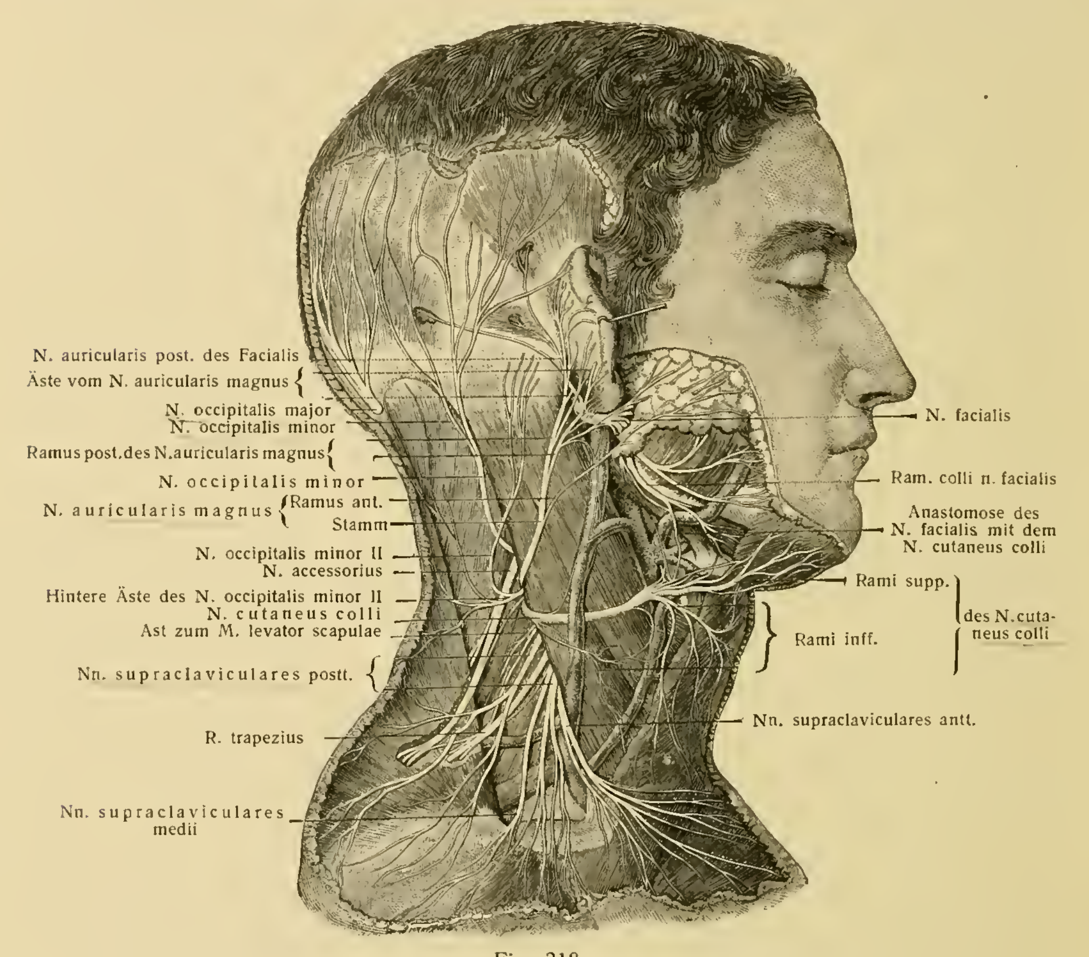


Fig. 318.

Hautnerven des Plexus cervicalis. (Nach Hirschfeld und Leveillé.) 1:3.
Auf der linken Seite sind die Hautäste des Plexus durch gesperrten Druck hervorgehoben.

vor der V. jugularis interna, bedeckt vom M. sternocleidomastoideus medianwärts und abwärts, um sich oberhalb der Zwischensehne des M. omohyoideus mit dem N. cervicalis descendens superior (Ramus descendens hypoglossi) zur Ansa hypoglossi (siehe S. 336) zu verbinden. Die zu innervierenden Muskeln sind: Sternohyoideus, Sternothyreoideus, Thyreohyoideus, Geniohyoideus, Omohyoideus.

3. R. sternocleidomastoideus.

Er stammt aus CIII und geht im Muskelfleische eine Verbindung mit dem Accessorius ein.

4. Ramus trapezius. Fig. 318.

Ein ansehnlicher Nerv, welcher besonders aus CIV, teilweise aus CIII entsteht und häufig als Bestandteil der Nn. supraclaviculares erscheint. Er tritt dicht unter-

halb des N. accessorius an die Oberfläche, zieht parallel neben diesem zum M. trapezius und hilft ihn versorgen. Beide Nerven können plexusartige Verkettungen miteinander bilden.

5. N. phrenicus. Fig. 301, 328, 329.

Geht aus CIV hervor; CIII oder CV senden ihm eine feine Wurzel zu. Überwiegend motorisch, enthält er auch sensible Fasern, welche für Teile des Herzbeutels, des Brust- und Bauchfelles bestimmt sind. In den für das Pericardium und die Pleura bestimmten Zweigen kommen vereinzelt Vater-Pacinische Körperchen vor (Rauber).

Der N. phrenicus zieht auf der vorderen Fläche des M. scalenus anterior abwärts, sowie medianwärts und gelangt so vor die A. subclavia. Zwischen ihr

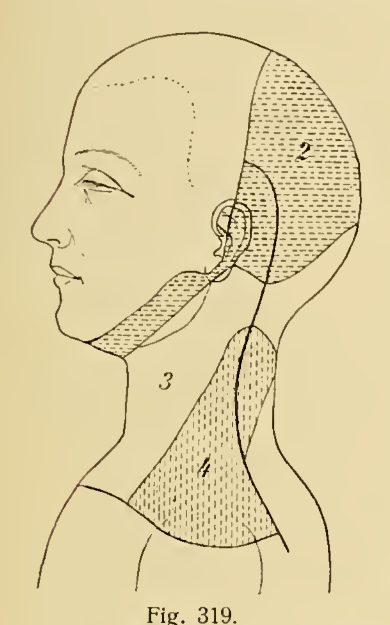


Fig. 319.

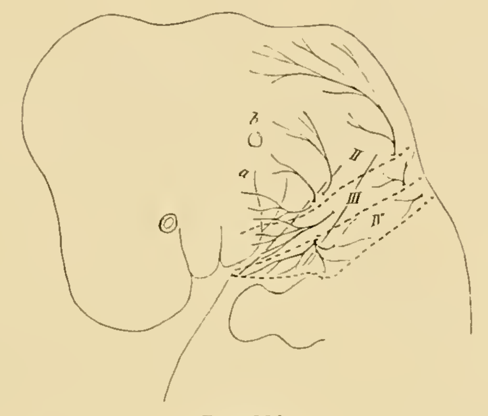


Fig. 320.

Fig. 320. **Rekonstruktion der Hautnerven des Halses in einem frühen Stadium der Entwicklung.**

II, *III* und *IV* zweites bis viertes Dermatom; *a* erste Kiemenspalte; *b* Gehörbläschen. Der Verlauf des M. sternocleidomastoideus ist durch zwei ausgezogene Linien angedeutet. Zur Erklärung der Bahnen der Hautnerven des Halses. (L. Bolk, 1898.)

Fig. 319. **Die sensiblen Bezirke des 2., 3. und 4. Cervikalnerven.** (L. Bolk.)

und der V. subclavia, hinter der Articulatio sternoclavicularis, betritt der Nerv die Brusthöhle und befindet sich beim Eintritt in dieselbe meist an der medialen Seite der A. mammaria interna. Hierauf zieht er mit den Vasa pericardiacophrenica über die vordere Fläche der Pleurakuppel hinweg an deren mediale Seite und begibt sich von hier aus vor der Lungenwurzel, zwischen dem Pericardium und der Pleura pericardiaca, abwärts und rückwärts zur oberen Fläche des Zwerchfelles. Daselbst teilt er sich in seine meist rechtwinkelig zum Stamme ausstrahlenden Endäste.

Die Bahn beider Phrenici ist keine ganz gleiche. Der linke zieht in einem vorn konkaven Bogen zum Zwerchfell, indem er sich hinter der Herzspitze herumbiegt; der rechte verläuft an der lateralen Seite der V. anonyma dextra und sodann der V. cava superior; er erreicht das Zwerchfell etwas vor und lateral vom Foramen venae cavae. Der linke hat einen größeren Weg zurückzulegen und ist um $^1/_7$ länger. Der Zwerchfelleintritt liegt für den rechten Phrenicus weiter hinten und medial, für den linken weiter vorn und lateral.

In der Brusthöhle gibt der Phrenicus den feinen Ramus pericardiacus zur Vorderfläche des Herzbeutels ab. Einzelne feine Fäden, Rami pleurales, treten von Strecke zu Strecke zur Pleura. Die starken Endäste des Nerven, Rami diaphragmatici, sind nicht in allen ihren Teilen motorischer Art. Der Phrenicus dexter zerfällt in einen vorderen und hinteren, der Phrenicus sinister in einen vorderen, hinteren und seitlichen Endast. — Aufschluß über die Bahn des Phrenicus gibt Fig. 321.

Die von Luschka beschriebenen feinen Fäden des rechten Phrenicus, welche durch die sternocostale Ursprungslücke des Zwerchfelles zum Peritonaeum parietale der vorderen Bauchwand, sowie zum Lig. falciforme der Leber ziehen sollen, existieren nach mikroskopischen Untersuchungen von Ramström nicht (Anat. Hefte 1906).

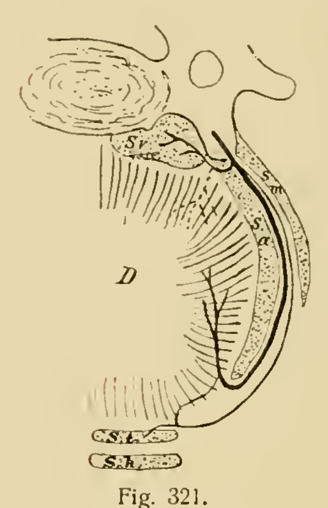


Fig. 321.
Erklärung der Bahn des N. phrenicus.
5. Halswirbel. *D* Diaphragma; *St, Sh* M. sternothyreoideus und sternohyoideus; *Sa, Sm* Scalenus anterior und medius, welche einem M. intercostalis internus und externus entsprechen; *Sv* Mm. subvertebrales (Longus-Gruppe); der gestrichelte Nerv deutet an, wie der N. phrenicus verlaufen müßte, wenn das Diaphragma von der Subvertebralis-Gruppe abstammen würde.
(L. Bolk, 1894.)

Der Ramus posterior entsendet jederseits einen Ramus phrenicoabdominalis (rechts durch das Foramen venae cavae, links durch eine Zacke des Lendenteiles oder durch den Hiatus oesophageus) an die untere Zwerchfellfläche. An beiden Seiten treten sie mit Zweigen des Sympathicus zu einem gangliösen Geflecht, Plexus phrenicus, zusammen. Siehe Sympathicus.

Außer der soeben erwähnten unteren Verbindung mit dem Sympathicus kommt auch eine obere vor; denn schon im unteren Halsteile schickt das Ganglion cervicale inferius oder thoracale primum, zuweilen auch das Ganglion cervicale medium des Sympathicus ihm ein Fädchen zu.

Die oben genannte feine Wurzel des Phrenicus aus CIII kann eine Strecke weit in der Ansa hypoglossi verlaufen und bei ihrem Abgange als ein Ast des Hypoglossus erscheinen. Häufig gibt endlich der N. subclavius einen Zweig an den N. phrenicus ab.

2. Das Armgeflecht, *Plexus brachialis.*

CV—CVIII, ThI. Fig. 322—341.

In die Bildung des Plexus brachialis treten CV—CVIII (ihre Rami anteriores) vollständig, CIV mit einem Faden, ThI zum größten Teil ein. Öfters sendet auch ThII eine feine Wurzel zum Geflecht. Dazu kommt in der Achselhöhle eine konstante Verbindung mit dem Ramus cutaneus lateralis von ThII (als N. intercostobrachialis).

Der erste Brustnerv sendet ebenso wie die folgenden Brustnerven, seinen Ramus posterior durch den zugehörigen Intercostalraum zur Seite des Wirbelkörpers dorsalwärts. Sein Ramus anterior aber zerlegt sich sogleich in zwei sehr ungleiche Äste, in den dünnen Ramus intercostalis und in den starken Ramus brachialis; der letztere stellt eine kaudale Wurzel des Armgeflechtes dar und zieht sofort über die erste Rippe aufwärts.

Hiernach hat das Armgeflecht fünf bis sechs Wurzeln von verschiedener Stärke. Von CV—CVII nimmt die Stärke der Wurzeln zu, darauf wieder ab. Fig. 324, 325.

Die Wurzeln des Geflechtes treten zwischen den Mm. intertransversarii anteriores und posteriores durch und kommen in der Scalenusspalte zum Vorschein, indem sie bei ihrem Austritt die Ursprünge des Scalenus medius hinter sich, diejenigen des Scalenus anterior vor sich haben (Fig. 328, 329). Die drei oberen Wurzeln haben absteigende, die vierte horizontale, die fünfte (und sechste) aufsteigende Richtung. Sie alle aber treten unter spitzen Winkeln in Verbindung miteinander und bilden dadurch den Anfang des Armgeflechtes, welches durch mehrfache weitere Umordnungen der Stränge vervollständigt wird. Die Geflechtbildung nämlich dehnt sich noch bis

unter das Schlüsselbein aus und gelangt erst in der Achselhöhle zum Abschluß. Im ganzen hat also das Armgeflecht eine große Längsausdehnung, welche sich von der Scalenusspalte bis zur Achselhöhle, und zwar bis zum Humeruskopf erstreckt (ca. 15—20 cm). Die Richtung des Geflechtes ist schräg absteigend; zugleich konvergieren die Bündel gegen die Achselhöhle. Da das Schlüsselbein das Geflecht kreuzt, unterscheidet man eine in der Fossa supraclavicularis gelegene Pars supraclavicularis, und eine in der Fossa axillaris gelegene Pars infraclavicularis.

Die Pars supraclavicularis liegt lateral und hinter dem unteren Teil des M. sternocleidomastoideus und wird vom unteren Bauch des Omohyoideus gekreuzt. Die drei oberen Wurzeln des Plexus liegen oberhalb der A. subclavia, die beiden oder drei unteren aber dorsal von der Arterie. Die A. transversa colli kommt entweder zwischen den Bündeln des Plexus zum Vorschein oder zieht vor ihnen hinweg.

Die Pars infraclavicularis wird von den Mm. pectoralis minor und major bedeckt; ihr Ende liegt zwischen dem M. subscapularis und dem M. serratus anterior eingebettet. Die A. axillaris tritt von der vorderen Fläche des Plexus durch den von den beiden Wurzeln des N. medianus gebildeten Schlitz hindurch, wird von der Medianusschlinge umfaßt und gelangt dadurch an die hintere Seite dieses Nerven.

Art der Geflechtbildung. Fig. 322—325.

Sie ist eine typische, wenn auch in den Einzelheiten der Verbindungen und Teilungen der Nervenstränge viele Variationen vorkommen. Aus dem Geflecht sondern sich drei mächtige Längsstämme für den freien Teil der Extremität: N. radialis, medianus, ulnaris. Um diese aus dem Geflecht hervorgehen zu lassen, findet folgende typische Vereinigung und Spaltung der Plexuswurzeln statt.

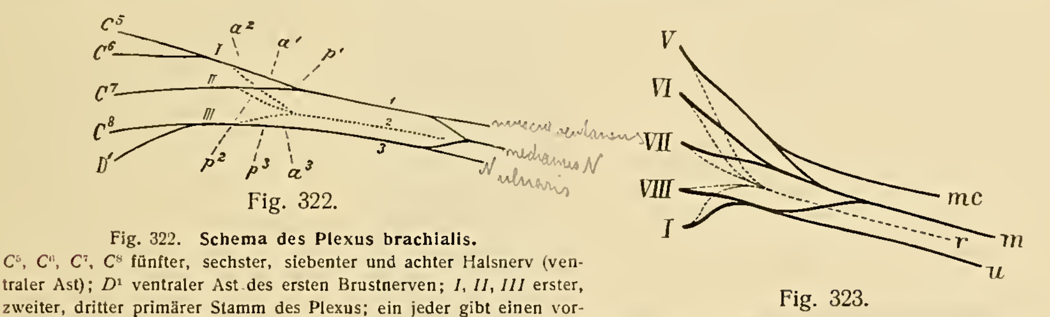


Fig. 322. **Schema des Plexus brachialis.**
C^5, C^6, C^7, C^8 fünfter, sechster, siebenter und achter Halsnerv (ventraler Ast); D^1 ventraler Ast des ersten Brustnerven; *I*, *II*, *III* erster, zweiter, dritter primärer Stamm des Plexus; ein jeder gibt einen vorderen Ast a^1, a^2, a^3 und einen hinteren Ast p^1, p^2, p^3 ab; a^1 und a^2 vereinigen sich zum oberen sekundären Stamme 1; a^3 bildet den unteren sekundären Stamm; aus der Vereinigung der drei hinteren Äste entsteht 2, der hintere sekundäre Stamm.

Fig. 323. **Zweites Schema des Plexus brachialis.**
V—I Ramus anterior cervicalis V—VIII und thoracalis I. Die zur Bildung des hinteren Stammes (*r*) zusammentretenden Faserteile sind punktiert; *r* N. radialis; *mc* N. musculocutaneus; *m* N. medianus; *u* N. ulnaris.

Wie das Schema Fig. 322 zeigt und auch aus den Verhältnissen der Fig. 324 und 325 herauszufinden ist, vereinigen sich zuerst die Plexuswurzeln ThI und CVIII, meist noch innerhalb der Scalenusspalte. Etwas außerhalb der letzteren vereinigen sich die beiden oberen Wurzeln CV und CVI miteinander. Die mittlere Wurzel CVII bildet zunächst einen mittleren Stamm. Mit letzterem sind nunmehr drei Stränge, Fasciculi primarii (Schwalbe) vorhanden. Aus ihnen gehen die sekundären Stränge in folgender Weise hervor: Jeder der drei primären Stränge teilt sich in einen vorderen und hinteren Ast. Die hinteren Äste treten zu einem einzigen Strange zusammen, Fasciculus posterior (2). Der zweite sekundäre Strang, Fasciculus lateralis (superior) (1), wird durch die Vereinigung der Reststränge a^1 und a^2 gebildet. Der dritte sekundäre Strang, Fasciculus medialis (inferior) (3), besteht aus dem Reststrange a^3.

Der Fasciculus posterior liefert als Hauptnerven den N. radialis; die Fasciculi lateralis und medialis gehen eine neue Teilung in je zwei Äste ein; von diesen vier Ästen vereinigen sich die beiden mittleren spitzwinkelig zum N. medianus; die ihn zusammensetzenden beiden Äste stellen den Medianusschlitz dar. Der übrig bleibende obere Randnerv ist der N. musculocutaneus; der stärkere untere Randnerv läßt den N. ulnaris und die beiden reinen Hautnerven des Armes, den N. cutaneus brachii medialis und den N. cutaneus antibrachii medialis hervorgehen.

Fast einfacher noch ist es, jede der fünf Wurzeln, wie in Fig. 323, sich in einen vorderen und

einen hinteren Ast spalten zu lassen; die hinteren Äste treten zusammen zur Bildung des Nervus radialis und mehrerer kleinerer Nerven. Von den vorderen Ästen treten zunächst I und VIII zu einem Stamme zusammen, darauf VII, VI und V. Aus letzterem, dem oberen Stranggebiet, entwickeln sich der

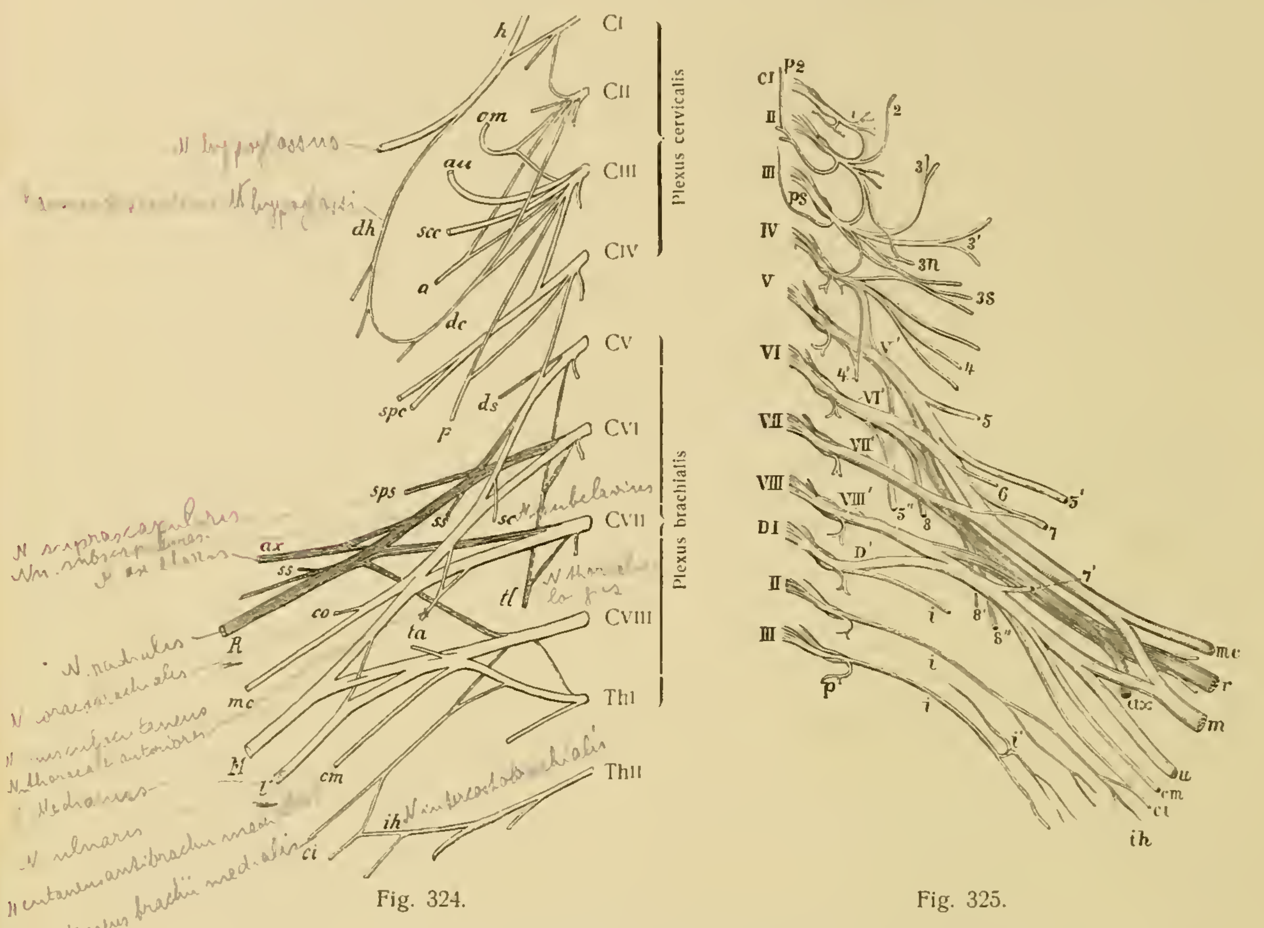


Fig. 324. **Plexus cervicalis und brachialis.** (P. Eisler.) Ventralansicht.
h N. hypoglossus; *dh* Ram. descendens n. hypoglossi, mit *dc* N. cervicalis desc. inf. die Ansa hypoglossi bildend; *om* N. occipitalis min.; *au* N. auricular. magn.; *scc* N. cutan. colli; *a* Verstärkung des N. accessorius; *spc* Nn. supraclaviculares; *p* N. phrenicus; *ds* N. dorsalis scapulae; *sps* N. suprascapularis; *ss* Nn. subscapulares; *sc* N. subclavius; *ax* N. axillaris; *co* N. coracobrachialis; *R* N. radialis; *mc* N. musculocutaneus; *M* N. medianus; *ta* Nn. thoracales anteriores; *tl* N. thoracalis longus; *U* N. ulnaris; *cm* N. cut. antibrachii medialis; *ci* N. cut. brachii medialis; *ih* N. intercostobrachialis.

Fig. 325. **Schematische Übersicht über die Anordnung der Plexus cervicalis und brachialis und ihrer Verästelungen.** 1:3.
CI bis VIII Wurzeln der Halsnerven; DI bis III Wurzeln der drei ersten Brustnerven; *p* dorsale Äste, *p2* des zweiten, *ps* des dritten Halsnerven. Plexus cervicalis: 1 Ansa cervicalis prima und ihre Zweige; 2 N. occipitalis minor, ausnahmsweise aus dem zweiten Halsnerven; 3 N. auricularis magnus; 3' N. cutaneus colli; 3*n* Kommunikationszweig mit dem N. accessorius; 3*s* N. cervicalis descendens inferior; 4 Nn. supraclaviculares; 4' N. phrenicus; *V', VI', VII', VIII', D'* die fünf Wurzeln des Plexus brachialis; 5 N. dorsalis scapulae; 5' N. suprascapularis; 5" N. thoracalis longus; 6 N. subclavius; 7, 7' Nn. thoracales anteriores; 8, 8', 8" Nn. subscapulares; *mc* N. musculocutaneus; *r* N. radialis; *m* N. medianus; *ax* N. axillaris; *u* N. ulnaris; *cm* N. cutaneus antibrachii medialis; *ci* N. cutaneus brachii medialis; *ih* N. intercostobrachialis; *i, i, i* Interkostalnerven; *i'* äußerer Ast des dritten Interkostalnerven.

N. musculocutaneus und die obere Wurzel des N. medianus; aus dem unteren Strange entsteht die untere Wurzel des Medianus, der Ulnaris und der beiden reinen Hautnerven des Armes.

Eine noch weiter durchgreifende, auch auf die kleineren Plexusäste eingehende Sonderung läßt, wie Fig. 324 lehrt, zwei große Gruppen von Nerven unterscheiden, die für die Beugeseite und die für die Streckseite der Extremität bestimmten. So erhält man eine dorsale und eine ventrale Abteilung von Plexuswurzeln und Plexusästen, welche, soweit sie motorischer Art sind,

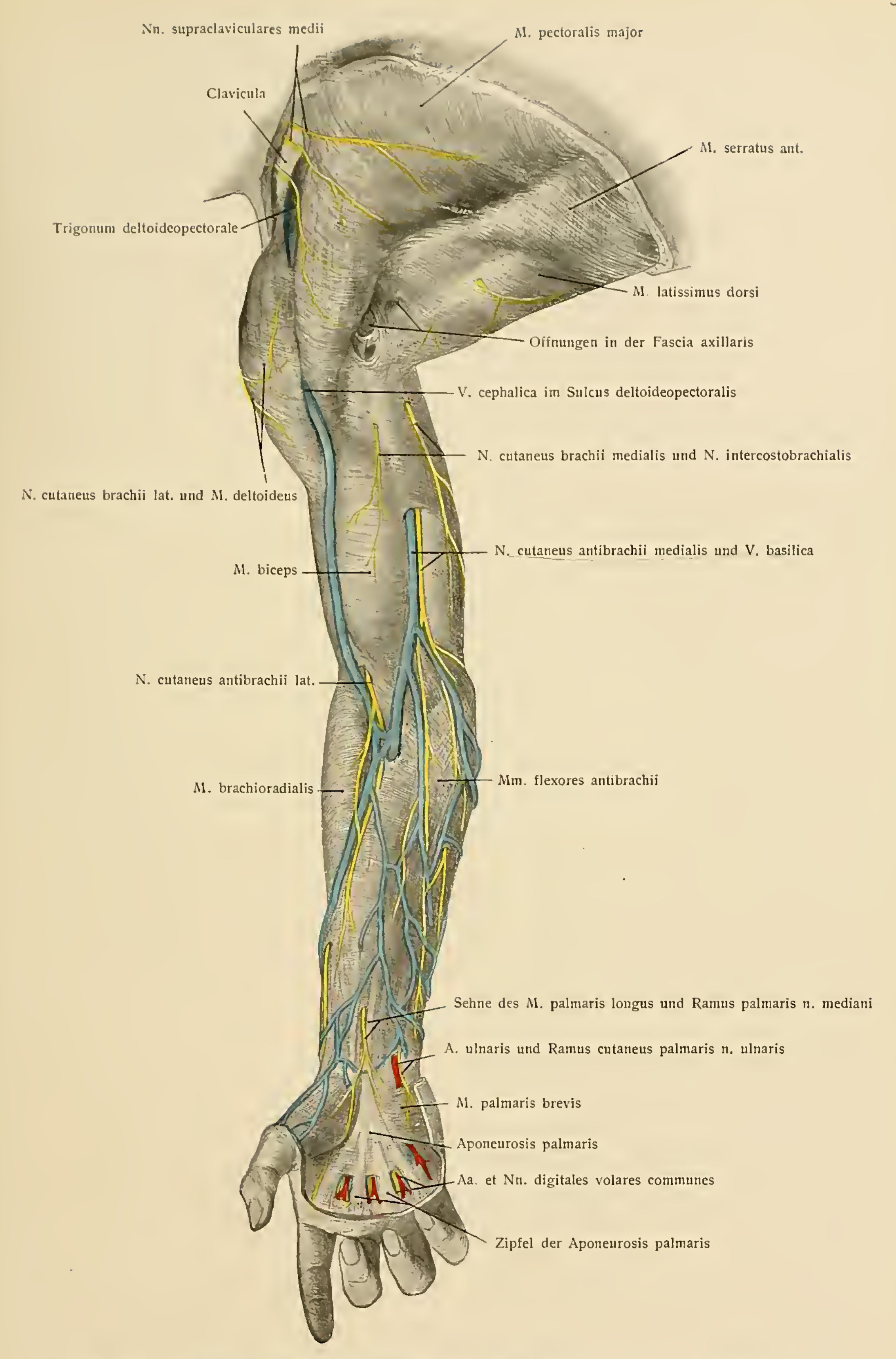


Fig. 326. Hautnerven der Beugeseite des Armes nebst den Hautvenen
(aus Corning, topogr. Anatomie).

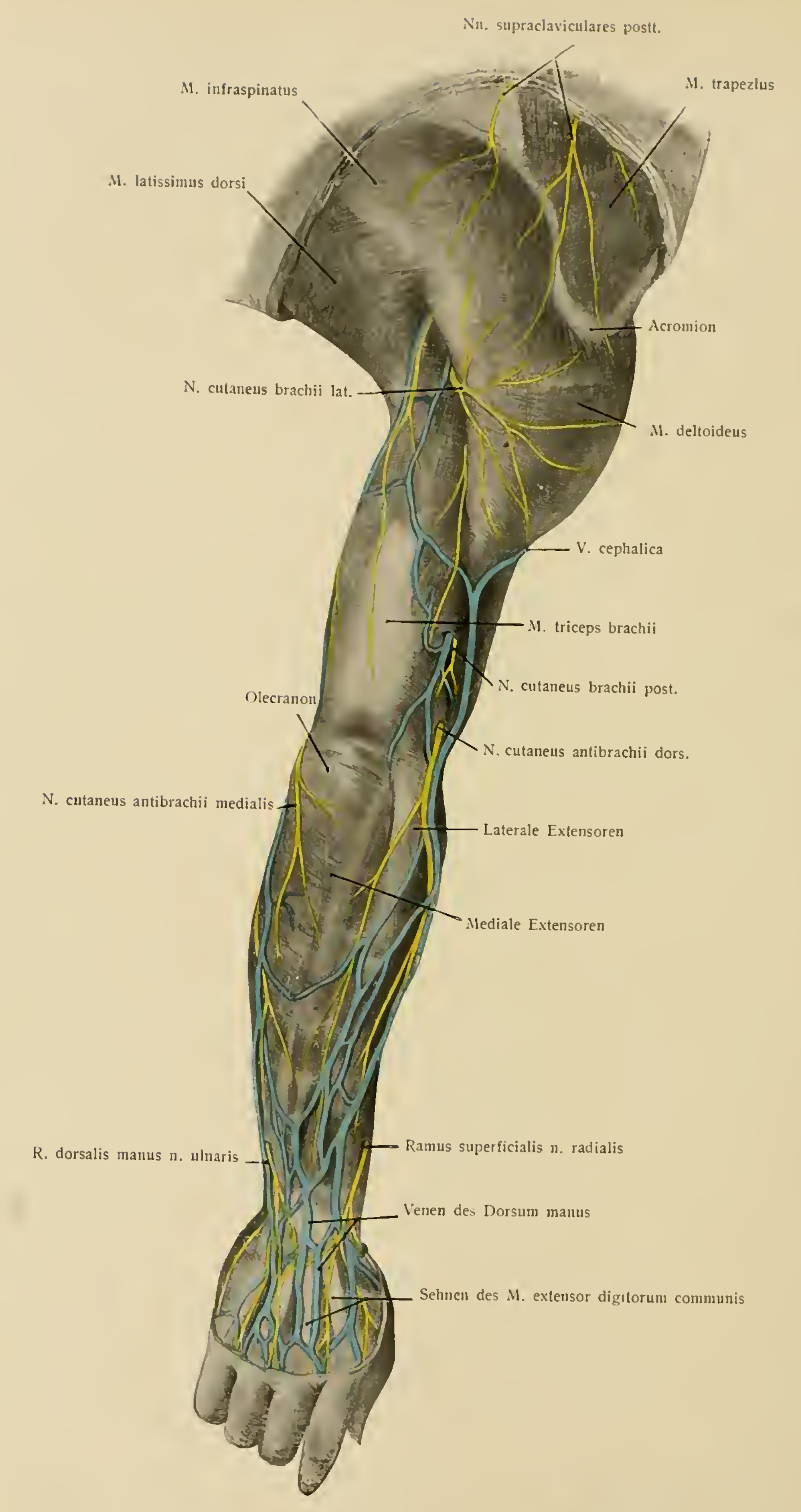


Fig. 327. Hautnerven der Streckseite des Armes nebst den Hautvenen (aus Corning, topogr. Anatomie).

die dorsale und die ventrale Muskulatur des Schultergürtels und der Extremität zu innervieren haben. Daß es sich bei diesen „dorsalen Nerven" der Extremität nur in topographischer Hinsicht um dorsale Gebilde handeln kann, nicht aber um dorsale Nerven im morphologischen Sinne, daran braucht nur erinnert zu werden; denn wirkliche dorsale Nerven kommen an den Extremitäten gar nicht vor.

Der ventralen Plexusschicht entstammen nach Eisler: die Nn. thoracales anteriores, die Nn. musculocutaneus, medianus, ulnaris, cutaneus medius; der dorsalen Plexusschicht gehören dagegen an: die Nn. dorsalis scapulae, thoracalis longus, suprascapularis, axillaris und radialis.

Aus beiden Schichten bezieht der N. cutaneus antibrachii medialis seine Fasern. Nicht miteinbegriffen in den Plexus sind die kurzen Nerven für den Stamm.

Geht man in den hiermit angeregten Betrachtungen weiter, so läßt sich leicht einsehen, worin das Ideal der Untersuchungen über den Plexus brachialis gelegen ist. Von jedem einzelnen Muskel ist dessen Ursprung aus den embryonalen Myotomen nachzuweisen; für jeden Muskel aber das zugehörige neurale Segment. Der Erfüllung dieser Aufgaben ist die Forschung durch treffliche Untersuchungen, z. T. aus jüngster Zeit, schon sehr nahe gerückt; doch genügt es für den Augenblick, auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit gerichtet zu haben (s. unten Neuromeren, Myomeren usw. und Sklerozonen).

a) Verbindungen des Plexus brachialis.

1. Ein Verbindungsfaden aus CIV zu CV;

2. ein Verbindungsfaden aus ThII zu ThI (die inkonstante, an Kaliber wechselnde unterste Wurzel des Armgeflechtes bildend);

3. starke Verbindungen mit dem Sympathicus. Sie werden von den Plexuswurzeln abgegeben, bevor sie zum Geflecht zusammentreten.

b) Äste des Plexus brachialis.

In der Einteilung der zahlreichen Äste kann man verschiedene Wege einschlagen. Die beste Übersicht gewährt es, zu unterscheiden 1. zwischen Ästen des Plexus brachialis für den Stamm des Körpers, 2. für den Schultergürtel und 3. für den freien Teil der Extremität.

A. Nerven des Plexus brachialis für den Stamm.

Sie gehen sofort nach dem Austritt der Wurzeln des Plexus aus den Foramina intervertebralia von ersteren hervor. Es sind Muskelnerven, welche die unteren Segmente der Mm. scaleni anterior und medius, des Longus colli und den Scalenus posterior versorgen.

B. Nerven des Plexus brachialis für den Schultergürtel.

1. Nn. thoracales posteriores.

Es sind zwei, der N. dorsalis scapulae für die Mm. rhomboidei und der N. thoracalis longus für den M. serratus ant.

a) N. dorsalis scapulae. Fig. 331.

Gehört der dorsalen Schicht an, zweigt sich von CV ab, durchbohrt sogleich den M. scalenus medius und zieht zwischen M. scalenus posterior und M. levator scapulae zu den Mm. rhomboideus minor und major, die er innerviert; auch dem M. levator scapulae sendet er einen Zweig zu. Häufig erhält die obere Zacke des M. serratus anterior von ihm einen Faden (Rieländer). Er wird in einem Teil seiner Bahn von der A. dorsalis scapulae begleitet.

Gaupp, E., Über die Bewegungen des menschlichen Schultergürtels und die Aetiologie der sog. Narkosenlähmungen. Zentralbl. f. Chir. 1894.

b) N. thoracalis longus. Fig. 328, 329.

Entsteht gewöhnlich zweiwurzelig aus CV und CVI; auch CVII kann sich durch einen Faden beteiligen. Der Nerv folgt in seiner Bahn etwa der Richtung der

Linea axillaris und erschöpft sich in der Versorgung der Zacken des M. serratus anterior.

2. N. thoracales anteriores. Fig. 328, 329.

Meist zwei, ein primus (externus) und secundus (internus). Der erstere geht aus dem oberen sekundären Stamme hervor, gelangt vor der A. und V. subclavia zur Innenfläche des M. pectoralis major und verzweigt sich in ihm. Er sendet einen Faden zum Secundus.

Der Secundus geht vom unteren sekundären Stamme hervor, nimmt den Faden vom Primus auf und versorgt die Mm. pectoralis minor und major.

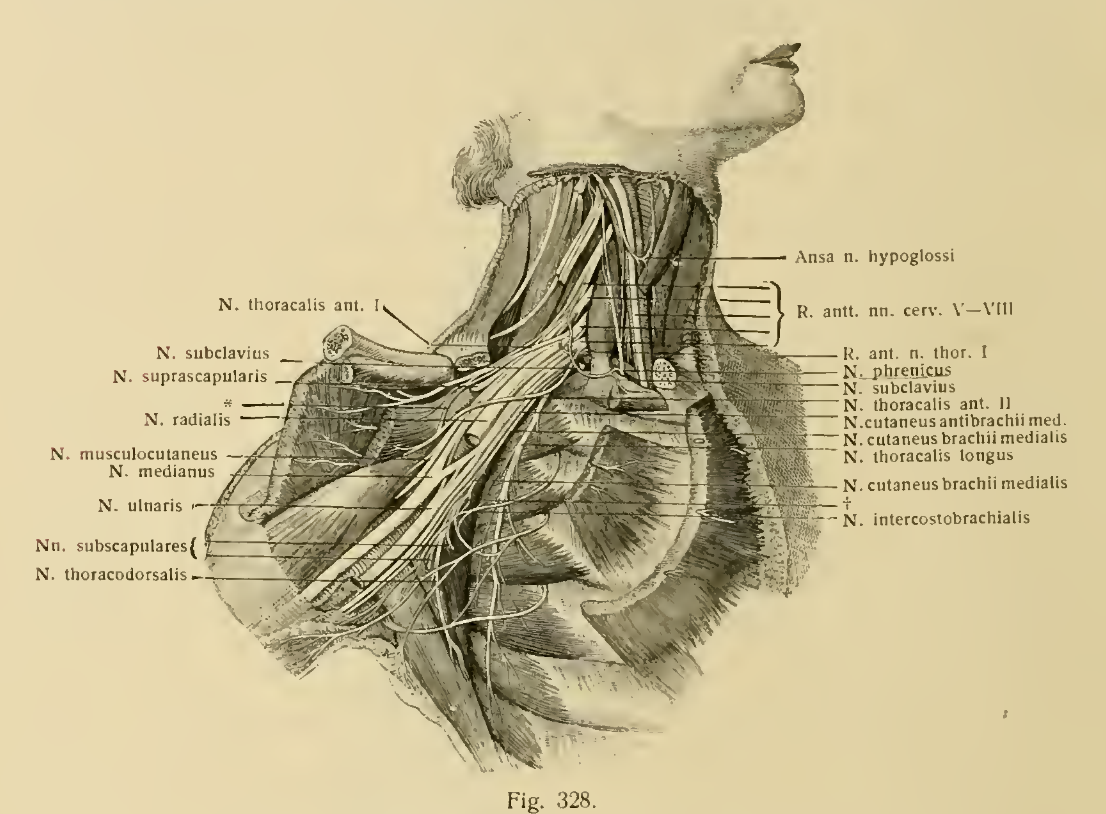


Fig. 328.

Plexus brachialis und seine Verbindungen. (Hirschfeld und Leveillé.)

* Anastomose zwischen dem N. thoracalis ant. I und dem N. thor. ant. II; † Anastomose zwischen dem zweiten und dritten Interkostalnerven.

3. N. subclavius. Fig. 328.

Er entsteht aus dem primären oberen Stamme des Plexus, schickt häufig dem N. phrenicus einen Faden zu und läuft lateral vom N. phrenicus über den M. scalenus anterior, um hinter der Clavicula in den M. subclavius einzudringen.

4. N. suprascapularis. Fig. 328, 331.

Entspringt aus dem oberen primären Stamme des Plexus, gehört der dorsalen Schicht an, zieht in der Fossa supraclavicularis längs des lateralen Randes des Plexus abwärts, seitwärts, rückwärts und erreicht längs des M. omohyoideus die Incisura scapulae, um durch letztere die Fossa supraspinata zu erreichen. Bedeckt vom M. supraspinatus wendet er sich zum Collum scapulae und unter dem

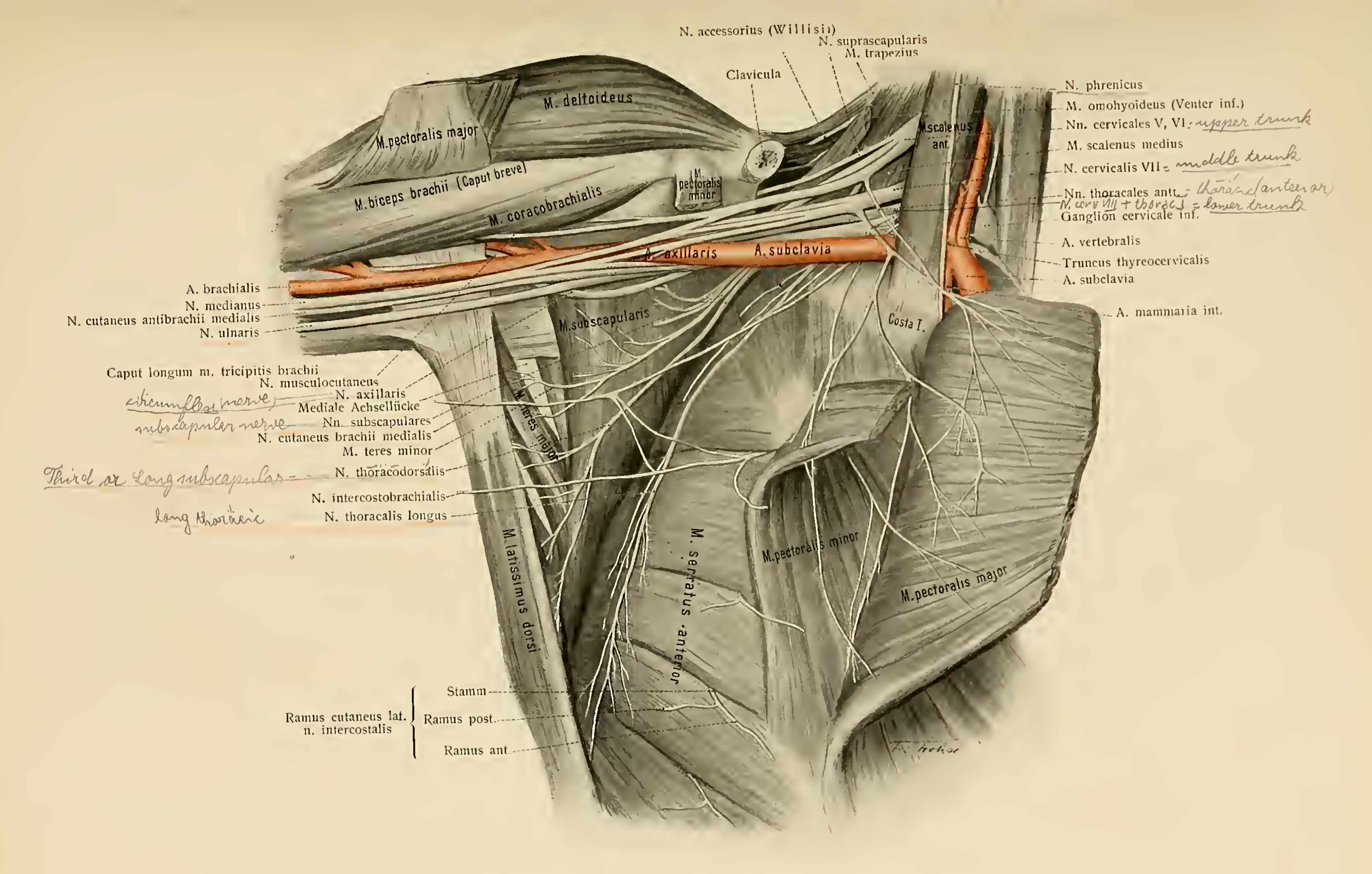


Fig. 329. **Nerven der rechten Achselhöhle** (3/5).

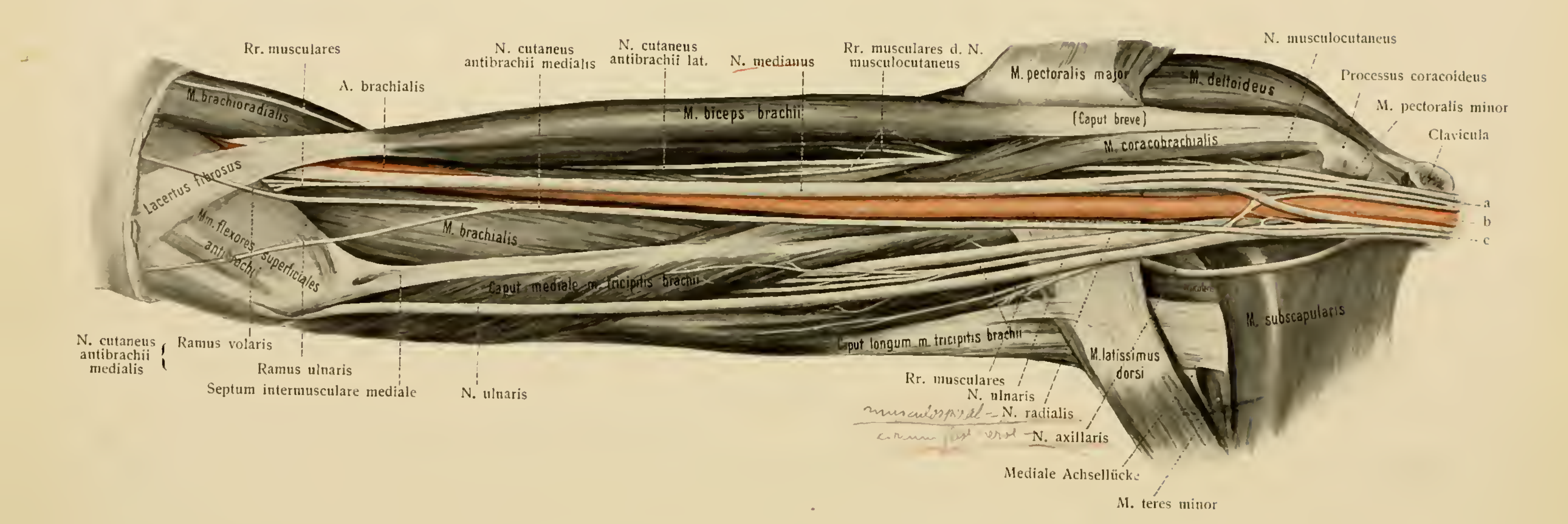


Fig. 330. Nerven des rechten Oberarms von der medialen Seite dargestellt ($^6/_{11}$).
a vorderer lateraler (oberer) Strang des Plexus brachialis. b A. brachialis. c vorderer medialer (unterer) Strang des Plexus brachialis.

Lig. transversum scapulae inferius zur Fossa infraspinata. Die Mm. supra- und infraspinatus sowie die Schultergelenkkapsel werden von seinen Zweigen versorgt.

5. Nn. subscapulares. Fig. 328, 329.

Sie bestehen aus 2—3 von verschiedenen Teilen des Plexus ausgehenden Nerven, welche den M. subscapularis und den M. latissimus dorsi versorgen. Der längste und chirurgisch wichtigste ist der N. thoracodorsalis, der am Margo axillaris der Scapula verläuft und den M. latissimus dorsi versorgt.

Der N. subscapularis superior geht aus CV und CVI hervor und dringt in den M. subscapularis ein.

Der N. subscapularis medius entsteht aus dem hinteren sekundären Stamme und versorgt den lateralen unteren Teil des M. subscapularis und den M. teres major. Der Zweig für letzteren kann auch selbständig oder aus dem folgenden Nerven entspringen.

Der N. subscapularis inferior s. thoracodorsalis ist der stärkste der Gruppe, entsteht aus dem hinteren sekundären Stamme, oder aus dem N. axillaris, seltener aus dem N. radialis und zieht längs des lateralen Skapularandes zum M. latissimus dorsi.

Fig. 331.

Nerven der Schulterblattgegend. (Hirschfeld und Leveillé.) 1:5.
f M. teres major; *g* M. latissimus dorsi; 3 Zweig für den M. supraspinatus; 4 Zweig für den M. infraspinatus; 5 N. axillaris; 6 sein Ast zum M. teres minor; 7, 7 seine Zweige zum M. deltoideus; 8 Hautast des N. axillaris.

6. N. axillaris. Fig. 329—331.

Geht aus dem hinteren sekundären Strang hervor, zieht mit der A. circumflexa humeri posterior, indem er den Oberarmknochen umschlingt, durch die laterale Achsellücke zur Innenfläche des M. deltoideus, breitet sich in letzterem aus und gibt auf seinem Wege den Ramus muscularis für den M. teres minor, sowie einige besondere Äste ab:

Rami articulares für das Schultergelenk, darunter ein Ramus intertubercularis (Rauber).

N. cutaneus brachii lateralis. Er dringt zwischen dem Deltoideus und Caput longum tricipitis zur Haut und strahlt mit aufsteigenden, horizontalen und absteigenden Zweigen in die über der hinteren Deltoideushälfte gelegene Haut, sowie in die Haut der hinteren Hälfte der oberen Oberarmhälfte aus. Fig. 327, 341.

C. Die Nerven des Armes.

Die Armnerven oder langen Nerven des Plexus brachialis werden in vordere und hintere, oder in Beuge- und Strecknerven eingeteilt. Die vorderen, fünf an der Zahl, entspringen vom oberen und unteren sekundären Strange des Plexus; der eine hintere ist der N. radialis.

Von den fünf vorderen sind zwei, der N. cutaneus brachii medialis und der N. cutaneus antibrachii medialis, reine Hautnerven; die übrigen, N. musculocutaneus, Medianus und Ulnaris, sind gemischter Art. Musculocutaneus und Medianus gehen wesentlich aus dem lateralen sekundären Strange hervor; Ulnaris, Cutaneus brachii medialis und Cutaneus antibrachii medialis aus dem

medialen. Jene beiden bilden die kraniale, dem Kopfe nähere Gruppe der vorderen Armnerven; die drei letzteren bilden die kaudale, vom Kopfe entferntere Gruppe der vorderen Armnerven.

1. N. musculocutaneus. Fig. 326, 329, 330, 332, 338—341.

Aus der Art seines Ursprunges ergibt sich, daß er auch als ein Ast des Medianus betrachtet werden konnte (Arnold). Anfangs an der lateralen Seite des Medianus befindlich, entfernt er sich allmählich von ihm, durchbricht den M. coracobrachialis, zieht nun zwischen Brachialis und Biceps brachii zur lateralen Seite der Bicepssehne und durchbohrt oberhalb der Fossa cubiti die Fascia brachii. Subkutan geworden, nimmt er den Namen ***N. cutaneus antibrachii lateralis*** an und teilt sich in zwei Endzweige, einen dorsalen und einen volaren, welche von der radialen Seite des Vorderarmes bis zur Gegend des Handgelenkes und Daumenballens verlaufen. Fig. 326, 332, 340, 341.

Seine Oberarmzweige sind folgende:

a) der Nerv für den M. coracobrachialis;

b) der Nerv für die beiden Köpfe des Biceps brachii;

c) der Nerv für den Brachialis, der auch Fäden für das Ellenbogengelenk führt;

d) ein nicht konstanter, in manchen Fällen aber mehrfach vorhandener variabler Verbindungsast mit dem N. medianus im unteren Drittel des Oberarmes. Der Musculocutaneus kann von Hause aus zu schwach oder zu stark sein; die genannte Anastomose führt die Ausgleichung herbei. Ist er zu schwach, so erscheint der Verbindungsfaden gleich einer späten Wurzel des Nerven aus dem Medianus;

e) ein hoch oben entspringender, die A. brachialis bis unterhalb des Ansatzes des M. coracobrachialis begleitender feiner Nervenfaden, welcher der Arterie feine Zweige gibt, durch den Canalis nutricius humeri zum Knochen und Knochenmark zieht und kurz Knochennerv des Humerus genannt wird.

Vom N. cutaneus antibrachii lateralis gelangt der vordere Endast gewöhnlich vor der V. cephalica antibrachii zu seinem Verbreitungsgebiet, verästelt sich bis zum Handgelenk und Daumenballen und geht eine fast beständige Anastomose ein mit dem R. superficialis n. radialis Fig. 338.

Der hintere Endast zieht nach hinten von der V. cephalica antibrachii zum radialen Rande des Vorderarms und versorgt die Haut der Dorsalseite dieses Randes bis an die Nähe des Handgelenkes.

2. N. medianus. Fig. 326, 328—330, 332—334, 336, 338, 340.

Er kommt aus dem oberen (lateralen) und aus dem unteren (medialen) Strange des Plexus. Seine beiden Wurzeln umgreifen als Medianusschlinge die A. axillaris und vereinigen sich vor ihr unter spitzem Winkel. Von der vorderen Fläche der Arterie wendet sich der Nerv im oberen Teil des Oberarmes bald an die laterale Seite derselben und zieht mit ihr im Sulcus bicipitalis medialis herab. Im unteren Drittel begibt sich der Nerv über die vordere (selten über die hintere) Fläche der Arterie allmählich hinweg an ihre mediale Seite, so daß er also eine langgezogene Spirale um die A. brachialis beschreibt. In der Ellenbeuge verschwindet er an der medialen Seite der Arterie unter dem Pronator teres. Zwischen beiden Köpfen des letzteren hindurchtretend, wendet er sich zur Mittellinie des Vorderarmes, um zwischen dem M. flexor digitorum sublimis und profundus zum Handgelenk herabzuziehen. Proximal von diesem liegt er subfascial, und zwar meist (53 von 88 Fällen, Tandler) zwischen den Sehnen der Mm. flexor carpi radialis und palmaris longus, weniger häufig (35 von 88 Fällen) zwischen den Sehnen der Mm. palmaris longus und flexor digitorum sublimis. Sodann zieht er, auf den Sehnen der Fingerbeuger liegend, durch den Canalis carpi zur Hohlhand und teilt sich unter der Aponeurosis palmaris in seine Endäste.

Der N. medianus gibt am Oberarm keinen anderen Zweig ab, als den oben bereits erwähnten unbeständigen Ramus anastomoticus cum n. musculocutaneo.

Seine Unterarmzweige sind die folgenden:

a) ***Rami articulares*** für das Ellenbogengelenk;

b) ***Rami musculares,*** Fig. 333, 334;
für alle Muskeln der Beugeseite des Vorderarmes, mit Ausnahme des Flexor carpi ulnaris und der beiden ulnaren Köpfe des Flexor digitorum profundus.

Eine obere Gruppe dieser Nerven versorgt den Pronator teres, Palmaris longus, Flexor carpi radialis, die Epicondylusursprünge des Flexor digitorum sublimis.

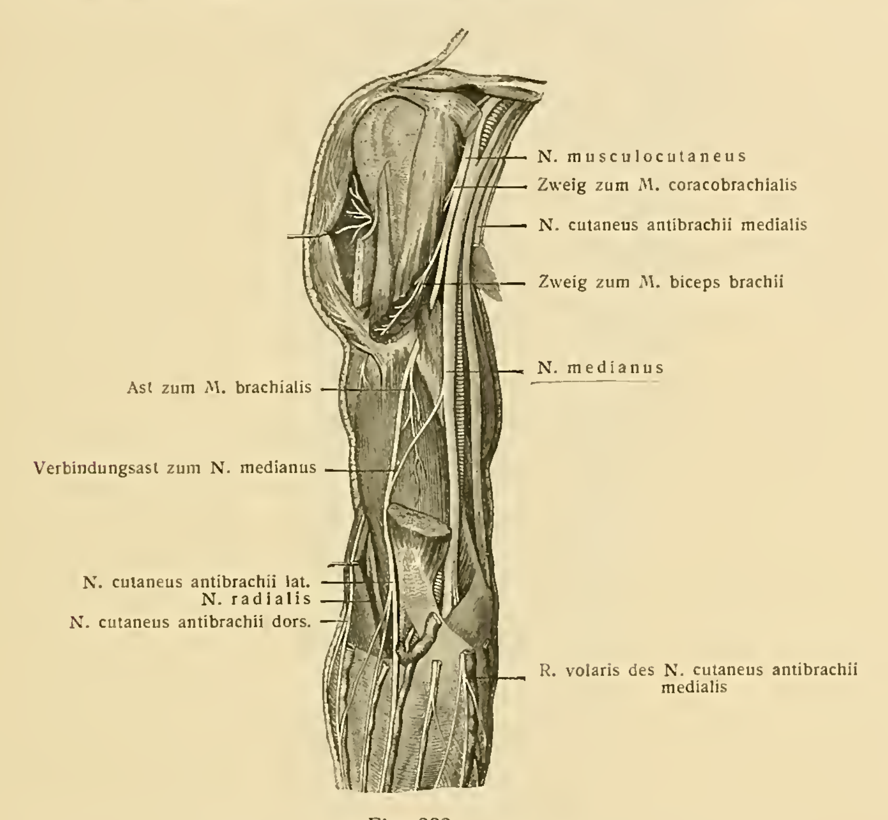


Fig. 332.
Vordere Ansicht der tiefen Nerven des Oberarmes. (Nach Hirschfeld und Leveillé.) 1:5.

Eine mittlere Gruppe, zu welcher auch der besonders zu besprechende N. interosseus antibrachii volaris gehört, versorgt den unbeständigen Epicondylusursprung des langen Beugers des Daumens, den Radialursprung des oberflächlichen Fingerbeugers.

Eine dritte, untere Gruppe versorgt nur den Zeigefingerkopf des Flexor digitorum sublimis.

c) der ***N. interosseus (antibrachii) volaris*** (Fig. 333, 334) verläuft mit der A. interossea volaris auf der Membrana interossea zwischen dem M. flexor pollicis longus und M. flexor digitorum profundus bis zum M. pronator quadratus herab, in welchen er von der dorsalen Seite her eindringt. Er entsendet:

α. die Rami musculares für den Flexor pollicis longus und den radialen Teil des Flexor digitorum profundus;

β. den N. membranae interosseae antibrachii (Rauber). Er teilt sich in einen radialen und einen ulnaren Zweig, die zum Teil zwischen zwei Lamellen der Membran

längs der Cristae beider Knochen bis zum Pronator quadratus herabziehen, den Vasa interossea, dem Periost und den Knochen Zweige abgeben und mit zahlreichen kleineren Vater-Pacinischen Körperchen besetzt sind;

γ. den Ramus muscularis für den Pronator quadratus;

δ. das letzte Ende setzt sich bis zur dorsalen Fläche des Handgelenkes fort.

d) ***Ramus palmaris n. mediani*** (Fig. 333, 334, 338). Als feiner Faden, welcher in verschiedener Höhe oberhalb des Handgelenkes aus dem Medianus hervorgeht, durchbohrt er zwischen den Sehnen des Flexor carpi radialis

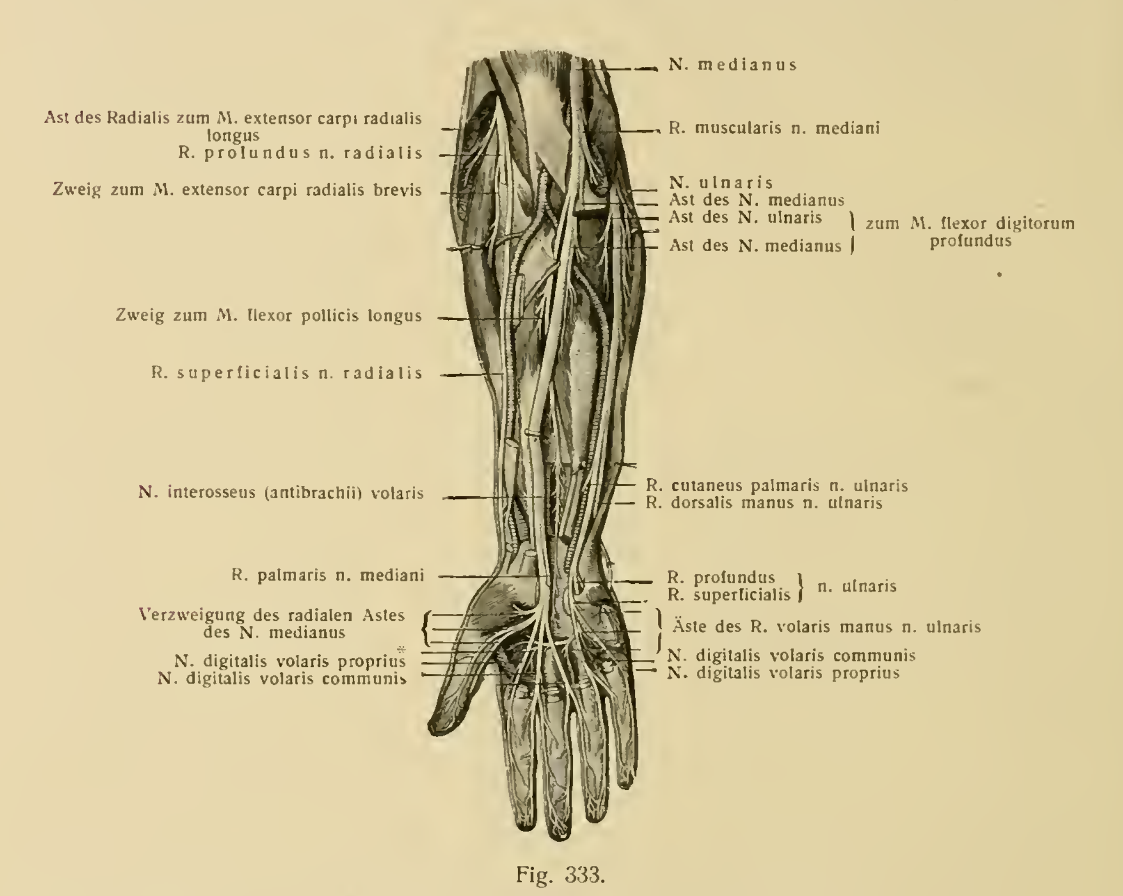


Fig. 333.

Vordere Ansicht der tiefen Nerven des Unterarmes und der Hand. (Nach Hirschfeld und Leveillé.) 1:5.
* Ast des R. volaris profundus n. ulnaris zum M. interosseus dorsalis I.

und Palmaris longus die Fascia antibrachii, begibt sich subkutan zur Vola manus und teilt sich in zwei Zweige, welche in der Haut des Daumenballens und der Hohlhand endigen.

Innerhalb des Canalis carpi teilt sich der N. medianus in einen radialen und in einen ulnaren Ast (Fig. 336). Von letzterem geht der ***R. anastomoticus cum n. ulnari*** aus, welcher parallel dem Arcus volaris sublimis verläuft. Beide Äste geben Muskelzweige ab für die Lumbricales I, II und sämtliche Muskeln des Daumenballens mit Ausnahme des Adductor pollicis, und spalten sich dann in drei ***Nn. digitales volares communes,*** welche sich wieder teilen in die ***Nn. digitales volares proprii,*** zur Versorgung der Ränder von $3^1/_2$ Finger. Fig. 336.

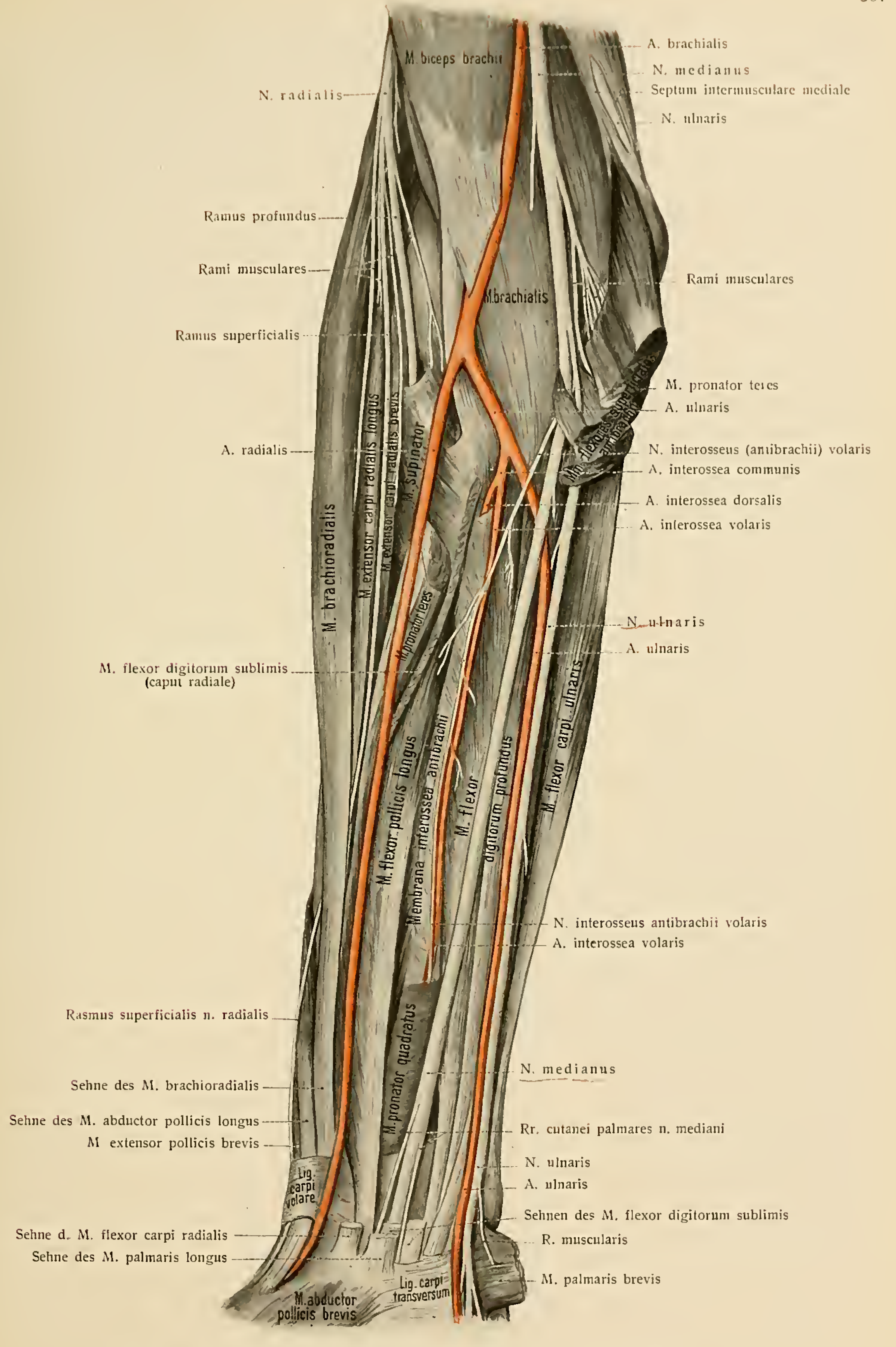


Fig. 334. Nerven der Beugeseite des rechten Vorderarms ($^2/_3$).



Fig. 335. Verästelung des N. radialis auf der Streckseite des (rechten) Vorderarms ($^{2}/_{3}$).
Die oberflächlichen Streckmuskeln des Vorderarms sind durchschnitten und zur Seite gelegt.

Im einzelnen gestaltet sich die Endverzweigung des N. medianus wie folgt:

1. Ramus terminalis radialis; er teilt sich alsbald in vier Zweige.

α. Der erste versorgt den Abductor pollicis brevis, den Opponens pollicis und den (radialen Kopf des) Flexor pollicis brevis.

β. N. digitalis volaris pollicis radialis; versorgt den volaren Radialrand des Daumens und verbindet sich durch feine Fäden mit dem an der Dorsalseite des Daumens verlaufenden Zweige des N. radialis.

γ. N. digitalis volaris pollicis ulnaris; er versorgt die volare Ulnarseite des Daumens.

δ. N. digitalis volaris indicis radialis; er verbreitet sich an der volaren Radialseite des Zeigefingers und gibt den N. lumbricalis I ab.

Wenn die beiden letztgenannten Nerven mit einem gemeinsamen Stämmchen entspringen, so wird dasselbe N. digitalis volaris communis I genannt.

2. Ramus terminalis ulnaris; er teilt sich alsbald in den N. digitalis volaris communis II und III.

α. N. digitalis volaris communis II; er verläuft vor dem II. Spatium interosseum bis zum distalen Ende des Metacarpale, gibt den N. lumbricalis II ab und spaltet sich in den Ramus volaris indicis ulnaris und in den Ramus volaris digiti medii radialis.

β. N. digitalis volaris communis III; verhält sich im Spatium interosseum III wie der vorhergehende und gibt ab den Ramus volaris digiti medii ulnaris und den Ramus volaris digiti quarti radialis. Zuweilen entsendet er vor seiner Teilung auch den N. lumbricalis III, der häufig aus dem tiefen Volarast des N. ulnaris stammt.

Derselbe N. digitalis volaris communis III nimmt einen Ramus anastomoticus cum nervo ulnari auf.

3. N. ulnaris. Fig. 326—330, 333, 334, 336—338, 340, 341.

Er kommt aus dem medialen (unteren) Strange des Plexus, gibt während seiner Bahn am Oberarm keine Zweige ab, entsendet am Vorderarm einige Gelenk-, Muskel- und Hautäste und zerfällt in der Hand in seine beiden Endäste, Ramus superficialis und profundus.

In der Fossa axillaris und im oberen Teil des Oberarmes zieht der N. ulnaris an der medialen hinteren Seite der A. axillaris und brachialis herab, gelangt sodann hinter das Septum intermusculare mediale und zieht diesem entlang auf der vorderen Fläche des Caput mediale m. tricipitis zum Sulcus ulnaris humeri. Von hier aus begibt er sich zwischen den beiden Köpfen des Flexor carpi ulnaris zur volaren Fläche des Vorderarmes und läuft auf dem M. flexor digitorum profundus, angelehnt an den M. flexor carpi ulnaris, der den Leitmuskel des Nervus und der A. ulnaris am Vorderarm darstellt, zum Handgelenk. In der Mitte des Vorderarmes tritt die A. ulnaris an die radiale Seite des Nerven und begleitet ihn (Fig. 334). Dort gibt er auch den R. dorsalis manus ab, welcher die Sehne des M. flexor carpi ulnaris unterkreuzt, zum Handrücken gelangt, dort die Ränder von $2^1/_2$ Fingern versorgt und Anastomosen eingeht mit dem R. superficialis n. radialis (Fig. 337). Zur Hohlhand gelangt der Nerv durch den außerhalb des Lig. carpi transversum gelegenen Canalis carpeus ulnaris, dicht an der radialen Seite des Os pisiforme (siehe Abt. III, S. 149, 324). Dort teilt er sich in seine Endäste, welche die volaren Ränder von $1^1/_2$ Finger versorgen und Muskeläste abgeben für die Muskeln des Kleinfingerballens, sämtliche Mm. interossei, die Lumbricales III, IV und den M. adductor pollicis.

Die Zweige des N. ulnaris werden eingeteilt in Vorderarm- und Endzweige.

a) Vorderarmzweige; diese sind: Rami articulares, musculares und cutanei.

α. ***Rami articulares:*** im Sulcus ulnaris humeri treten mehrere Zweige zur Kapsel des Ellenbogengelenkes (Rüdinger).

β. ***Rami musculares*** (Fig. 333, 334): sie entspringen während des Durchganges des Nerven zwischen den beiden Köpfen des Flexor carpi ulnaris und sind für diesen Muskel bestimmt, sowie für die beiden ulnaren Köpfe des Flexor digitorum profundus.

γ. ***Ramus cutaneus palmaris*** (Fig. 336, 338): ein feiner Faden, welcher vom N. ulnaris oberhalb der Mitte des Vorderarmes entspringt, die A. ulnaris bis zum Arcus volaris superficialis begleitet, ihr währenddessen zahlreiche feine Reiser zusendet und an verschiedener Stelle Fädchen durch die Haut zum unteren Drittel des Vorderarmes und zum Kleinfingerballen abgibt. Eines derselben kann sich mit einem Faden des N. cutaneus antibrachii medialis verbinden.

δ. ***Ramus dorsalis manus*** (Fig. 327, 337): der stärkste der kollateralen Äste des N. ulnaris. An der Grenze zwischen mittlerem und distalem Drittel des Vorderarmes wendet er sich zur dorsalen Fläche des Vorderarmes und nimmt dabei seinen Weg zwischen der Ulna und dem M. flexor carpi ulnaris. Etwas proximal vom Handgelenk tritt er aus der Fascie hervor und zerfällt über dem Capitulum ulnae in seine drei Endzweige, Nn. digitales dorsales n. ulnaris. Diese sind:

1. ein Zweig für die dorsale Ulnarseite des kleinen Fingers;
2. ein auf der Dorsalseite des Spatium interosseum IV in zwei Teile zerfallender Zweig, von welchen der eine die radiale Seite des fünften, der andere die ulnare Seite des vierten Fingers im Gebiete der Grundphalanx versorgt;
3. ein radialer Zweig, welcher sich mit einem Faden aus dem R. superficialis n. radialis verbindet, im Spatium interosseum III distalwärts zieht und in zwei Teile zerfällt, welche für die einander zugewendeten Seiten des dritten und vierten Fingers bestimmt sind.

Im ganzen also entwickelt der dorsale Ast des Ulnarnerven 5 dorsale Fingernerven, d. h. die Hälfte der erforderlichen Anzahl; die zweite, radiale Hälfte wird vom Ramus superficialis des N. radialis geliefert. Die Anzahl der vom Ulnarnerven gelieferten Dorsalnerven der Finger kann, was bei manchen Tieren konstant der Fall ist, kleiner sein, sogar bis auf 1 oder 0 herabsinken; dafür tritt der Ramus superficialis n. radialis ergänzend ein. In seltenen Fällen erhöht sich aber die Anzahl.

b) Die beiden Endäste des N. ulnaris.

Auf dem Lig. carpi transversum teilt sich der N. ulnaris, als ***Ramus volaris manus,*** in den Ramus superficialis und profundus. Fig. 336.

α. Der ***Ramus superficialis*** gibt dem M. palmaris brevis und der Haut des Kleinfingerballens je einen Faden ab, zuweilen auch dem Lumbricalis IV, und teilt sich in zwei Nn. digitales volares communes.

Der eine ist für die ulnare Seite des kleinen Fingers bestimmt, N. volaris digiti V ulnaris, der andere, N. digitalis volaris communis IV, zieht längs des Spatium interosseum IV und teilt sich in zwei Zweige für die einander zugewendeten Seiten des fünften und vierten Fingers, N. volaris digiti V radialis und N. volaris digiti IV ulnaris. Während ihres Verlaufes senden sie Zweige zum Rücken der zweiten und der Endphalanx empor.

In der Hohlhand liegen die Fingernerven unter der Aponeurosis palmaris und dem Arcus volaris, vor den Beugesehnen. Der im Spatium interosseum IV liegende Nerv entsendet vor seiner Teilung einen Verbindungszweig zu dem benachbarten Fingernerven des N. medianus, Ramus anastomoticus cum nervo mediano; aus ihm gehen einige feine Haut- und Gefäßnerven hervor.

β. ***Ramus profundus.***

Durch einen Faden, welcher das Erbsenbein umschlingt, verbindet er sich mit dem Ramus dorsalis manus, entläßt einen Zweig für die subfascialen

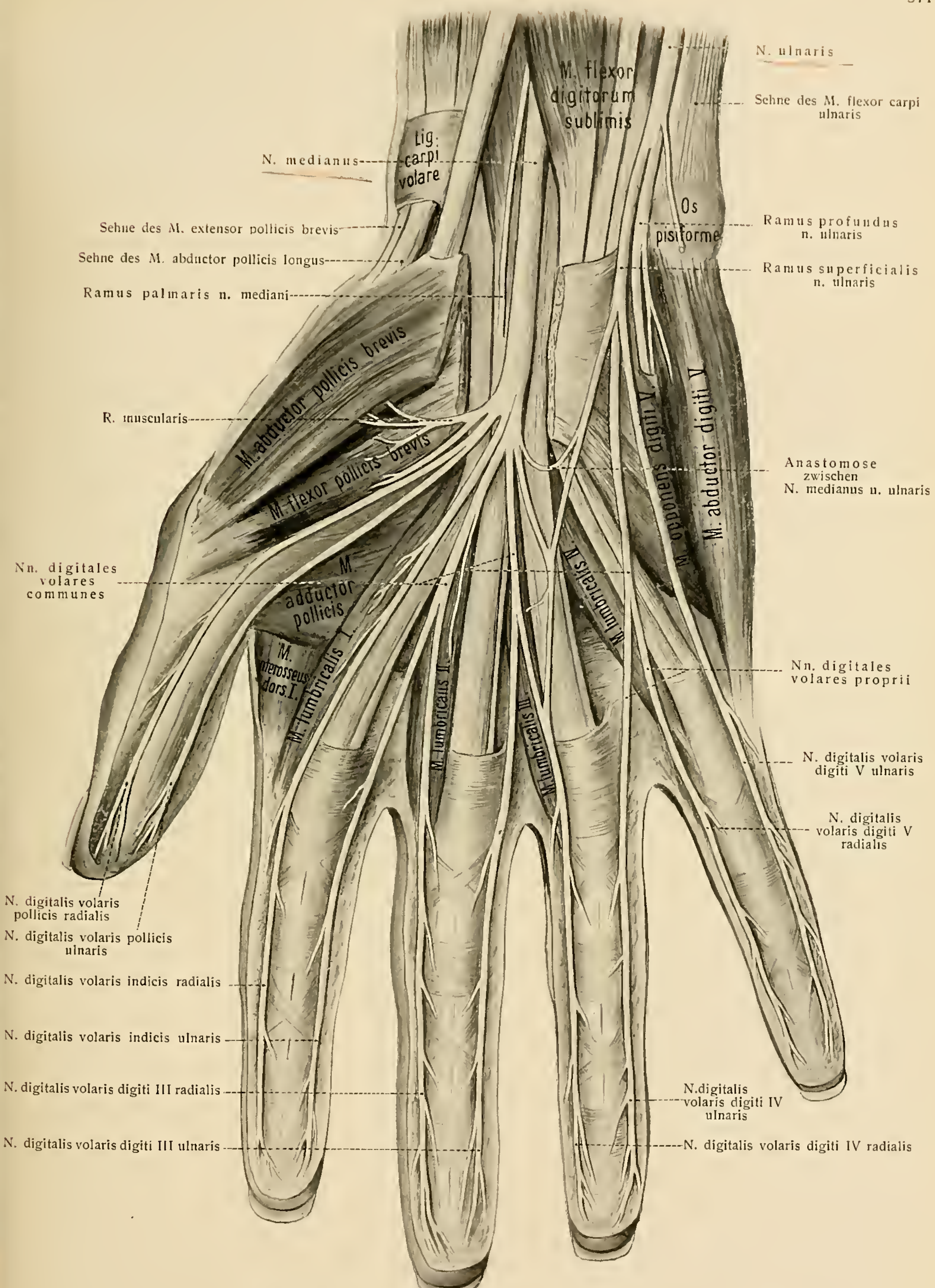


Fig. 336. Nerven der (rechten) Hohlhand (1/1).
Nach Wegnahme der Aponeurosis palmaris und eines Stückes des Lig. carpi transversum.

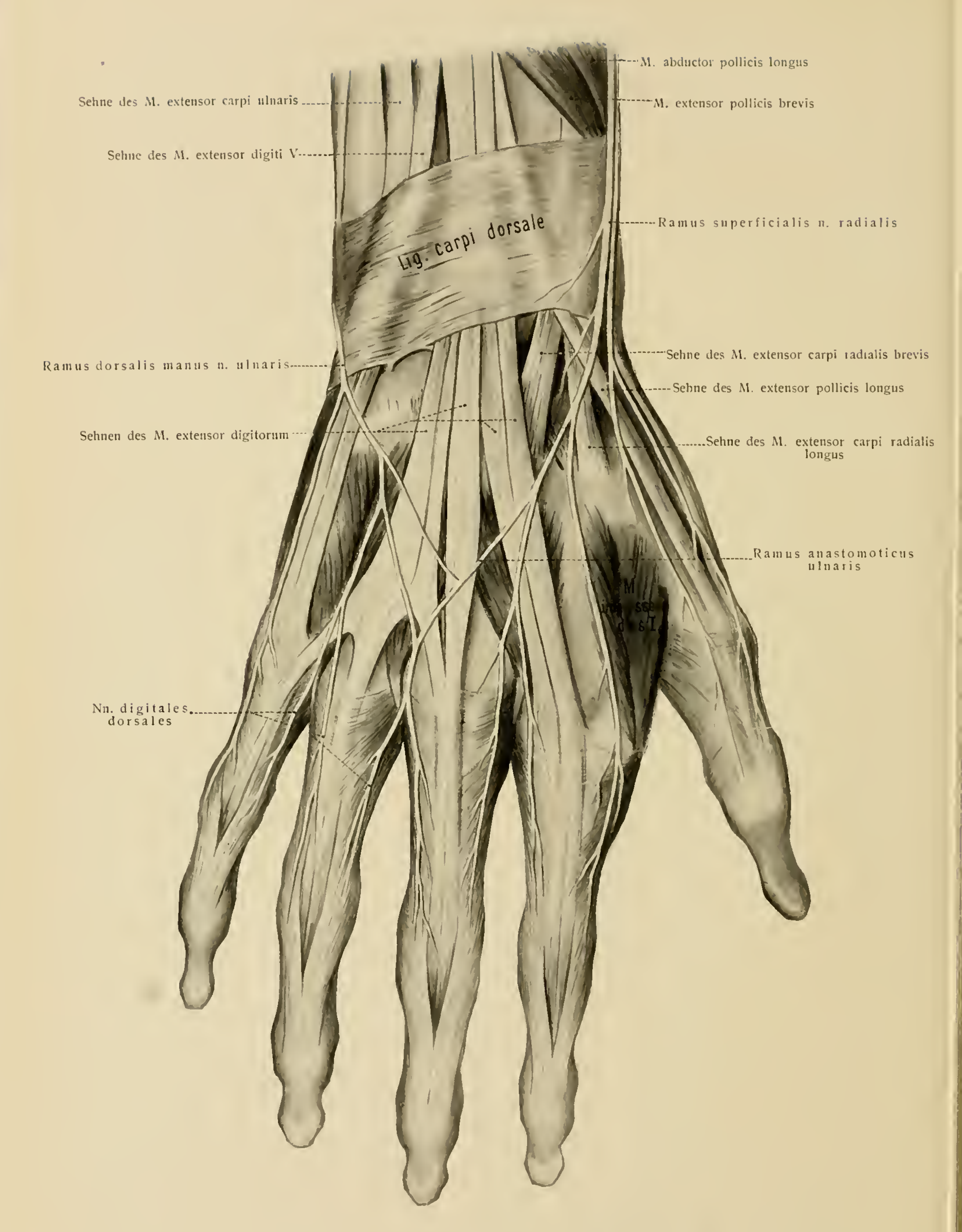


Fig. 337. Nerven des (rechten) Handrückens (1/1.)

Kleinfingerballenmuskeln und dringt mit dem tiefen Aste der A. ulnaris zwischen den Mm. flexor und abductor digiti quinti in die Tiefe. Hier liegt er am proximalen Rande des Arcus volaris profundus, zwischen den Beugesehnen und den Mm. interossei. Von diesem Bogenstück des Nerven gehen viele Äste aus:

1. feine Zweige für den benachbarten carpalen Bandapparat (Rami articulares);
2. je ein Ramus interosseus für sämtliche Mm. interossei volares und dorsales;
3. Äste für die Mm. lumbricales III und IV;
4. Zweige für den M. adductor pollicis; (die Zweige 2—4 stellen die Rami musculares des Bogenstückes des tiefen Astes des Ulnarnerven dar).
5. Rami perforantes zur dorsalen Oberfläche der Spatia interossea, welche mit Endzweigen des N. interosseus antibrachii dorsalis in Verbindung treten können und bis zu den Köpfchen der Metacarpalia verlaufen.

4. N. cutaneus antibrachii medialis. Fig. 326, 327, 329, 330, 332, 338, 340, 341.

Er kommt aus dem medialen (unteren) Strange des Plexus, begleitet die V. axillaris, brachialis und den N. medianus, gelangt in der Mitte des Oberarmes zum Hiatus basilicus der Fascia brachii und durch den Hiatus zur Haut. Hier oder kurz vorher zerfällt er in seine beiden Endäste. Der eine, Ramus volaris, zieht auf der volaren, der andere, Ramus ulnaris, auf der ulnaren Fläche des Vorderarmes bis zur Gegend des Handgelenkes.

1. Hoch oben entsendet er einen oder mehrere Zweige, Rami cutanei brachii, zu der den Biceps deckenden Haut des Oberarmes.

2. Der eine Endast, ***Ramus volaris,*** liegt anfangs an der lateralen Seite der V. basilica, kreuzt dann, meist von ihr bedeckt, die V. mediana basilica oder V. mediana cubiti und breitet sich an der volaren Vorderarmfläche bis zum Handgelenk aus. Einer dieser Ausläufer verbindet sich zuweilen mit einem Ramus perforans des Ramus cutaneus palmaris nervi ulnaris.

3. Der andere Endast, ***Ramus ulnaris,*** ist schwächer, zieht an der medialen Seite der V. basilica herab und sendet seine Endzweige um den Ulnarrand des Vorderarmes zum ulnaren Teil der dorsalen Fläche derselben. Der oberste dieser Zweige wird schon proximal vom Epicondylus medialis abgegeben und verbindet sich zuweilen mit einem Endfaden des N. cutaneus brachii medialis. Nicht selten verbindet sich ein Ästchen mit dem Ramus dorsalis manus des N. ulnaris, ein anderes mit dem Ramus volaris des N. cutaneus antibrachii medialis selbst.

5. N. cutaneus brachii medialis. Fig. 326, 329, 341.

Er kommt aus dem medialen (unteren) Strange des Plexus, liegt in der Fossa axillaris anfangs hinter der V. axillaris, darauf an ihrer medialen Seite, und verbindet sich in variabler Weise mit dem Ramus cutaneus lateralis aus ThII, welcher den besonderen Namen ***N. intercostobrachialis*** führt. Beide Nerven treten entweder zu einem Stämmchen zusammen, oder setzen gesondert ihren Weg fort, oder der Intercostobrachialis tritt als Hauptnerv auf, während der Cutaneus medialis nur durch einen dünnen, gesonderten oder Verbindungszweig vertreten ist.

Der Verbindungszweig oder der N. intercostobrachialis sendet von der Fossa axillaris aus:
1. Zweige zur Haut der letzteren,
2. zur angrenzenden Haut des Oberarmes.

Die Fortsetzung des Cutaneus medialis durchbricht die Fascia brachii an der medialen Fläche der Oberarmmitte und zieht zur Gegend des Epicondylus medialis, sowie des Olekranon herab.

6. N. radialis. Fig. 326—330, 332—335, 337—341.

Der N. radialis ist die Fortsetzung des hinteren Stranges des Plexus und hat fast gleiche Stärke mit dem N. medianus, welcher den stärksten Ast des

Armgeflechtes darstellt. Er trennt sich bald von den im Sulcus bicipitalis medialis verlaufenden Nerven und Gefäßen und zieht hinter der A. brachialis, vor den Sehnen des M. teres major und M. latissimus dorsi zusammen mit der A. profunda brachii zur hinteren Seite des Oberarmes und verläuft, bedeckt vom Caput longum und laterale tricipitis, im Sulcus nervi radialis (in dem von diesem Sulcus und den Tricepsköpfen gebildeten Canalis spiralis) zur lateralen Seite des Oberarmes. Er durchbohrt im Beginn des distalen Drittels des Oberarmes den Ursprung des M. brachioradialis und gelangt in die Tiefe des Spaltes zwischen diesem Muskel und dem M. brachialis. In dieser Rinne bis zum Epicondylus lateralis herabziehend, teilt er sich hier in seine beiden Endäste, in den überwiegend motorischen Ramus profundus und in den überwiegend sensiblen Ramus superficialis (Fig. 335). Er entsendet schon am Oberarme Zweige; seine beiden Endäste aber sind für den Vorderarm und die Hand bestimmt.

Er gibt an die ganze Streckseite von Oberarm und Vorderarm motorische und sensible Nerven, abgesehen von der ulnaren Hälfte des Handrückens, welche vom R. dorsalis manus n. ulnaris versorgt wird.

a) Oberarmzweige des N. radialis.

Vor dem Eintritt in den Spiralkanal gibt der N. radialis rasch nacheinander folgende Zweige ab:

1. ***N. cutaneus brachii posterior:*** entspringt mit dem folgenden oft gemeinsam und verbreitet sich nach Durchbohrung der Fascie in der Haut der dorsalen Fläche des Oberarmes über dem Caput mediale m. tricipitis bis in die Nähe des Ellenbogens. Fig. 327, 340, 341.

2. ***Rami musculares*** für sämtliche Extensoren des Oberarmes und zwar:

a) die Nerven des Caput longum tricipitis;

b) den Nerven des Caput mediale tricipitis; er teilt sich meist in einen oberen und einen unteren Zweig. Der lange untere Zweig, R. collateralis ulnaris nervi radialis, zieht, mit dem N. ulnaris streckenweise in eine Bindegewebsscheide eingeschlossen, hinter dem Septum intermusculare mediale herab und dringt darauf in den Muskel ein. Einige Fädchen gelangen zur Kapsel des Ellenbogengelenkes;

c) den Nerven des Caput laterale tricipitis und des M. anconaeus; er teilt sich in zwei Zweige, deren einer das Caput laterale versorgt; der andere gibt dem Caput mediale tricipitis Zweige und gelangt innerhalb desselben zum M. anconaeus.

3. ***N. cutaneus antibrachii dorsalis.*** Fig. 327, 341.

Wird als einziger Nerv innerhalb des Spiralkanals abgegeben. Ist stärker als 1., durchbohrt die Fascia brachii zwischen dem Caput laterale und mediale tricipitis oder zwischen diesem und dem M. brachioradialis und gelangt zwischen Olekranon und Epicondylus lateralis zur dorsalen Fläche des Vorderarmes. Er versorgt die Haut der Rückseite des distalen Teiles des Oberarmes, sowie die dorsale Fläche des Vorderarmes zwischen dem Gebiete des N. cutaneus antibrachii lateralis (Endast des Musculocutaneus) und des dorsalen Astes des N. cutaneus antibrachii medialis, ohne das Handgelenk zu erreichen.

In der Spalte zwischen dem M. brachialis und dem M. brachioradialis verlassen den N. radialis:

a) der Nerv des M. brachioradialis; er pflegt einen Ast zum Ellenbogengelenke abzugeben (Rüdinger);

b) der Nerv für den M. extensor carpi radialis longus; er kann auch aus dem R. profundus n. radialis entspringen;

c) ein unbeständiger Faden zum M. brachialis.

b) Die beiden Endäste des N. radialis:

1. ***R. profundus n. radialis.*** Fig. 333—335, 339.

Er ist der stärkere der beiden Endäste, durchbohrt den M. supinator (Canalis supinatorius) und tritt auf der dorsalen Seite des Vorderarmes aus diesem Muskel heraus; dort zerfällt er in eine größere Anzahl von Ästen, welche zwischen der oberflächlichen und der tiefen Schicht der Extensoren liegen und sämtliche Streck-

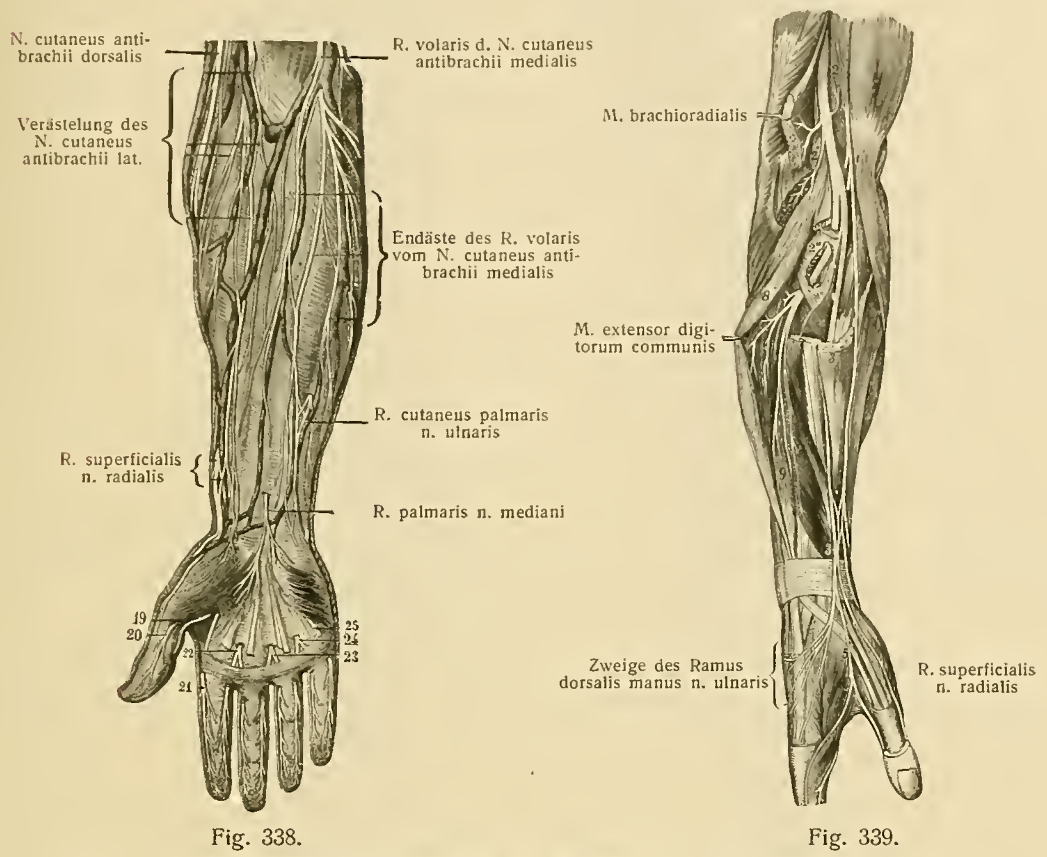


Fig. 338. **Vordere Hautnerven des Unterarmes und der Hand.** (Hirschfeld und Leveillé.) 1:4. 19—23 Fingeräste des Medianus, 24, 25 Fingerzweige des N. ulnaris.

Fig. 339. **Endäste des N. radialis.** (Hirschfeld und Leveillé.) 1 N. musculocutaneus; 1' seine Verbindung mit dem R. superficialis n. radialis; 2 Stamm des N. radialis; 2' seine Zweige zum M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis longus; 2'' R. profundus n. radialis bei seinem Durchtritt durch den M. supinator; 3 R. superficialis n. radialis; 8 obere, 9 untere Muskelzweige des R. profundus n. radialis.

muskeln des Vorderarmes versorgen. Der längste dieser Äste ist der N. interosseus (antibrachii) dorsalis; er zieht zwischen der tiefen und der oberflächlichen Schicht der Streckmuskeln, gelangt im distalen Drittel des Vorderarmes auf die dorsale Fläche der Membrana interossea, liegt anfangs zwischen dem Extensor pollicis brevis und longus, wird dann von letzterem, endlich vom M. extensor indicis proprius, sowie den Sehnen des M. extensor digitorum communis bedeckt, betritt den Rücken der Handwurzel und findet hier seine Endausbreitung. Fig. 335.

Seine Zweige sind einzeln aufgeführt folgende (Fig. 335):

α. Die Nerven für den M. extensor carpi radialis brevis und den M. supinator; sie entstehen noch vor dem Eintritt in den Canalis supinatorius.

Nach dem Austritt aus dem Kanal werden abgegeben:

β. der Nerv für den M. extensor carpi ulnaris, M. extensor digitorum communis und M. extensor digiti minimi; ein zweiter Faden für den Fingerstrecker folgt weiter unten;

γ. ein Zweig für den M. abductor pollicis longus und M. extensor pollicis brevis;

δ. der Zweig für den M. extensor pollicis longus;

ε. der Zweig fur den M. extensor indicis proprius;

ζ. Fäden für die Membrana interossea, von welchen häufig einer sich mit einem Fädchen des N. interosseus volaris durch die Membran hindurch verbindet; feine Zweige für das Periost des Radius und der Ulna;

η. Fäden zur dorsalen Seite des Handgelenkes (Rüdinger);

ϑ. Fäden zur dorsalen Seite der Karpal- und Karpo-Metakarpalgelenke, deren distale Enden mit den Rami perforantes des Ramus profundus n. ulnaris in Verbindung treten können.

2. ***R. superficialis n. radialis.*** Fig. 333, 334, 337, 339—341.

Er ist schwächer als der tiefe Endast, bleibt anfangs auf der volaren Fläche des Vorderarmes und verläuft längs des M. brachioradialis an der radialen Seite der A. radialis abwärts. Er unterkreuzt im distalen Drittel des Vorderarmes die Sehne des M. brachioradialis und gelangt auf die Dorsalseite des Vorderarmes, welche er etwas proximal vom Handgelenk erreicht. Nach der Verbindung mit einem Zweige des N. musculocutaneus zerfällt der Nerv in mehrere Äste, welche die radiale Hälfte des Handrückens und die dorsalen Ränder von $2^1/_2$ Finger mit sensiblen Nerven versorgen, Nn. digitales dorsales. Auf dem Handrücken geht er mehrere Verbindungen, R. anastomoticus ulnaris, mit Ästen des R. dorsalis manus n. ulnaris ein. Fig. 337.

Das Verbreitungsgebiet des R. dorsalis manus n. ulnaris und des R. superf. n. radialis am Handrücken zeigt gewisse Variationen. In der Regel versorgt jeder der beiden Nerven die Hälfte des Handrückens und der Finger, doch kann gelegentlich der R. superficialis n. radialis ein größeres Gebiet versorgen (siehe S. 370).

Beurteilung der dorsalen Fingernerven.

Die untereinander sehr abweichenden Angaben verschiedener Autoren über die Ausdehnung, in welcher die einzelnen Finger von den dorsalen Hautnerven versorgt werden, gaben R. Zander Veranlassung, durch sorgfältige Präparation der Fingernerven zunächst den tatsächlichen Bestand festzustellen. Es zeigte sich, daß am Daumen und kleinen Finger, sowie an sämtlichen Zehen, die dorsalen Nerven bis zum Finger- und Zehenende vordringen, während die drei mittleren Finger an ihren Endgliedern und teilweise auch am Mittelgliede von den volaren Fingernerven versorgt werden. Die Erklärung für die Versorgung der Dorsalhaut der distalen Teile der mittleren Finger mit volaren Nerven suchte er durch die Annahme zu geben, daß der Nagel ein terminales Gebilde sei, welches erst sekundär auf die Dorsalfläche gedrängt werde durch übergroße Entwicklung der Volarhaut. Hiergegen hat Gegenbaur begründete Einwendungen erhoben, indem er zeigte, daß der Nagel als ein schon ursprünglich dorsales Gebilde der Finger aufgefaßt werden müsse; nur der schmale Nagelsaum, welcher zwischen dem vorderen Ende des Nagels und der Fingerbeere sichtbar ist, das reduzierte Sohlenhorn der Tiere, hat ventrale Abkunft (Boas).

Die Erklärung partieller Versorgung der dorsalen Fingerhaut durch volare Nervenzweige stand hiernach noch aus. Die Tatsache erschien als etwas Befremdliches, als ein Verstoß gegen die morphologische Gesetzmäßigkeit; mit der Sicherstellung des Nagels als eines schon ursprünglich dorsalen Gebildes schien das Dunkel nur vermehrt, statt gemindert, und man ließ das Rätsel zunächst auf sich beruhen.

Endlich ergab sich die Lösung, und es zeigte sich, daß keinerlei morphologische Regel durchbrochen sei. Es stellte sich nämlich heraus, daß man, verleitet durch den Namen „dorsale Fingernerven", für dorsale Nerven gehalten hatte, was gar nicht dorsale Nerven im morphologischen Sinne sind. Die ganze Extremität wird, worauf bereits oben hingewiesen wurde, nur von ventralen Nerven versorgt, also auch die dorsalen Flächen der Finger; der Ramus dorsalis manus des Nervus ulnaris ist, wie der ganze Ulnaris, ein ventraler und kein dorsaler Nerv; der ganze N. radialis ist ein ventraler Nerv im morphologischen Sinne, der allein hier maßgebend ist. Die ganze Extremität

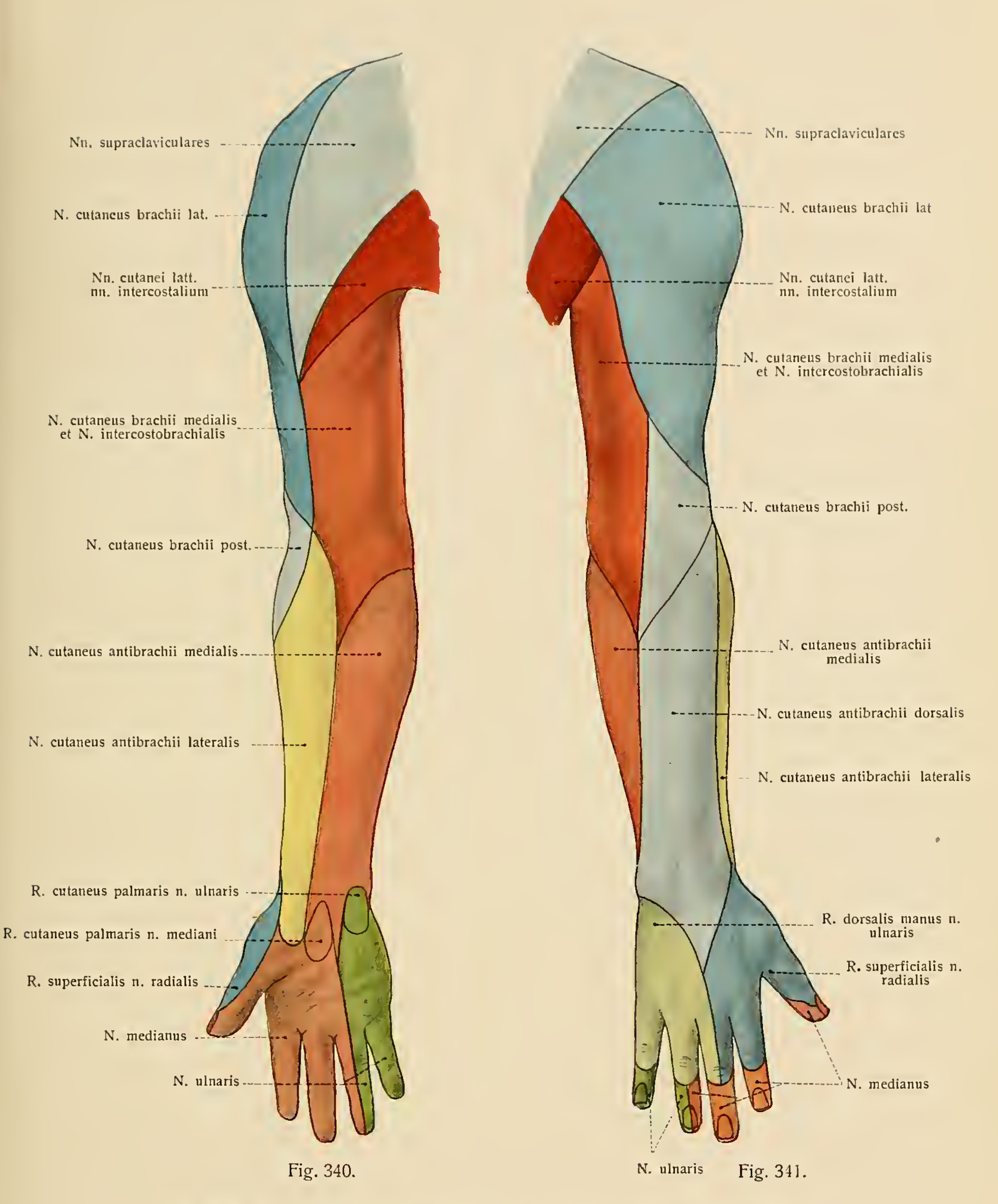


Fig. 340, 341. Hautnervengebiete der rechten oberen Extremität.
Fig. 340 volare Fläche; Fig. 341 dorsale Fläche.

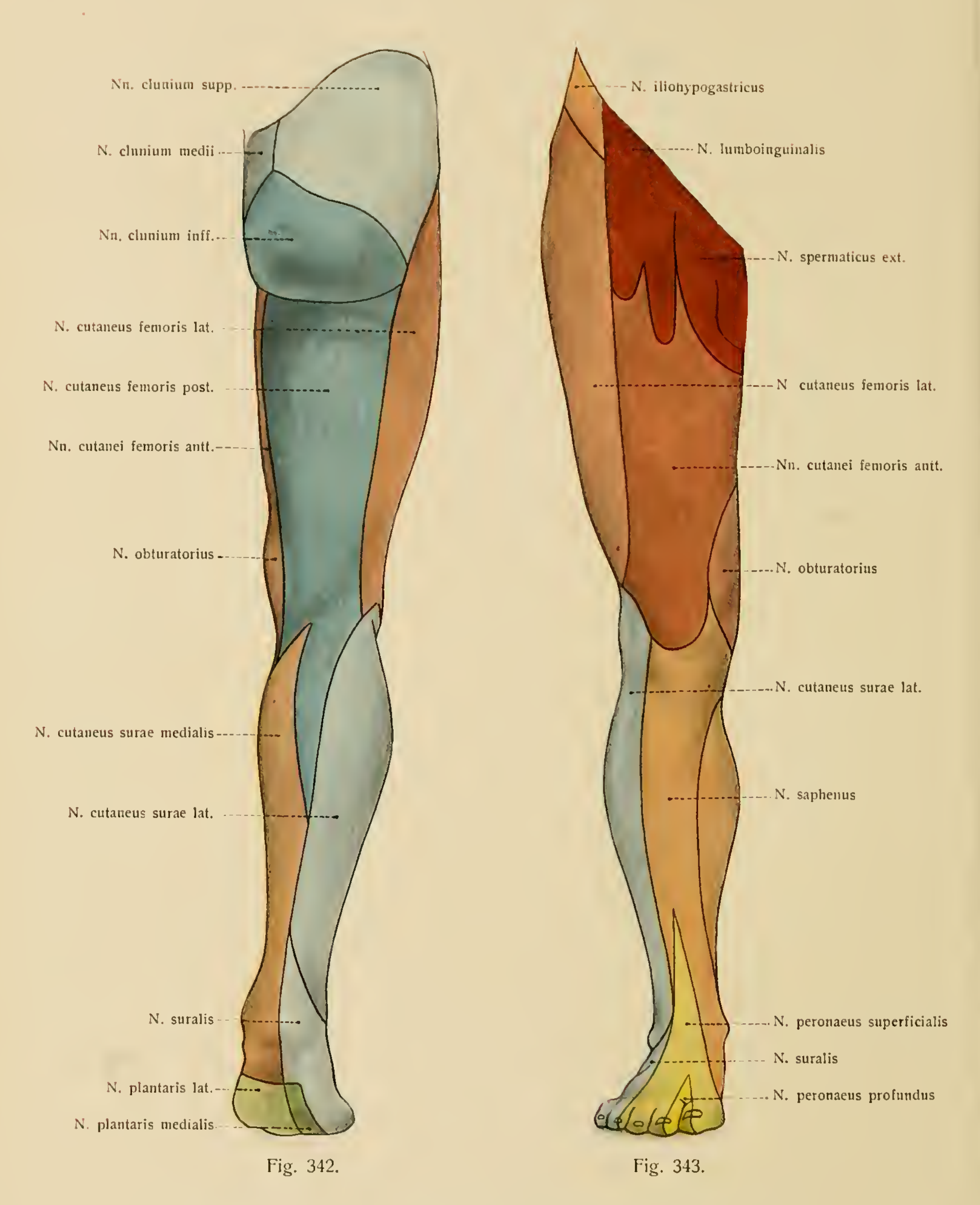


Fig. 342. Fig. 343.

Fig. 342, 343. Hautnervengebiete der rechten unteren Extremität.
Fig. 342 hintere Fläche; Fig. 343 vordere Fläche.

hat mit den echten dorsalen Nerven also nichts zu tun. Warum sollten nun nicht auch die dorsalen Flächen der Nagel- und Mittelglieder der Finger von volaren Nerven versorgt werden, da doch schon die dorsale Haut der Grundglieder der Finger, sowie des ganzen Unter- und Oberarmes von lauter ventralen Nerven versorgt wird? Die sogenannten dorsalen Nerven der Hand und der Finger sind also nur quasidorsale, keine echten dorsalen Nerven. Hiermit scheint die sonderbare Angelegenheit erledigt. Von Interesse aber ist es, hierbei wahrzunehmen, daß auch eine falsche Fragestellung Untersuchungen zu fördern vermag; die dorsalen Fingernerven wurden zu diesem Zwecke sehr gründlich am Menschen und an vielen Tieren untersucht; die Morphologie des Nagels hat ferner die reichste Förderung von jener Fragestellung davongetragen[1]).

Tonkoff, W., Anomale Anordnung der Hautnerven auf dem Handrücken des Menschen, verglichen mit dem normalen Verhalten bei den Affen. Internationale Monatsschrift XV, 1898. — Waite, F. C., Variations in the Brachial and Lumbo-Sacral Plexi of Necturus maculosus. Bull. of the Museum of Comp. Zool. at Harvard University.

Die Rami anteriores der Brustnerven.

Die vorderen Äste der Nn. thoracales heißen auch Nn. intercostales. Nur die 11 oberen sind (in bezug auf thorakale Rippen) wirklich interkostal; der 12. liegt unterhalb der 12. Rippe und wird daher auch N. subcostalis genannt.

Nur die 6 oberen Interkostalnerven verlaufen vollständig in Interkostalräumen bis zum Sternalrande; die 6 unteren Interkostalnerven hören natürlich mit den Interkostalräumen nicht auf, sondern dringen über sie hinaus in die Bauchwandungen, bis in die Gegend der Linea alba, die eine Art Abdominalsternum darstellt. Um auf die Bauchwand überzutreten, müssen die Interkostalnerven 7 bis 9 die hintere Fläche der aufsteigenden Rippenknorpel kreuzen. Die oberen Interkostalnerven haben mehr horizontale, die unteren zunehmend abschüssige Bahnen, wie dies der fächerförmigen Ausstrahlung der Rippen entspricht.

Alle Interkostalnerven, der 12. ausgenommen, verlaufen nach ihrer Trennung vom dorsalen Aste in den zugehörigen Interkostalraum vor dem Lig. costotransversarium anterius und auf der inneren Fläche der Mm. intercostales externi. Von der Wirbelsäule bis zu den Rippenwinkeln fehlen die Mm. intercostales interni; innerhalb dieser Strecke werden daher die Interkostalnerven nur von der Fascia endothoracica und von der Pleura costalis bedeckt. Mit dem Beginn der Mm. intercostales interni liegen die Nerven zwischen diesen und den externi. Anfangs folgen sie dem oberen Rande und nähern sich allmählich mehr der Mitte des Interkostalraumes. Sie werden begleitet von den Vasa intercostalia, doch liegen letztere im Sulcus costalis, die Nerven unterhalb (kaudalwärts) der Gefäße[2]). Die beiden ersten Interkostalnerven haben teilweise ihre Lager sogar auf der inneren Fläche der zugehörigen Rippe. Der letzte Interkostalnerv zieht vor dem M. quadratus lumborum hin. Der siebente bis elfte dringen zwischen den Kostalzacken des Zwerchfelles hindurch in die Muskulatur der Bauchwand ein und verlaufen nunmehr, wie der zwölfte, zwischen dem M. transversus und dem M. obliquus internus abdominis.

Die zu versorgenden Muskeln sind: Intercostales externi und interni, Subcostales, Transversus thoracis, Levatores costarum, Serratus posterior superior und inferior, die drei breiten Bauchmuskeln, Rectus abdominis, Pyramidalis.

Das zu versorgende große Hautfeld ist hinten abgegrenzt durch den Brustteil der dorso-ventralen Grenzlinie (siehe oben S. 342), vorn durch die Medianlinie (siehe S. 340). Die Haut der oberen Brustgegend wird vom Plexus cervicalis (den Nn. supraclaviculares) versorgt; ein Hautstreifen oberhalb des Ligamentum inguinale und das Gebiet des Mons pubis gehören den Lendennerven an.

Zur Versorgung jenes Hautgebietes dienen zwei Reihen von Hautästen; 1. eine laterale Reihe stärkerer Äste, Rami cutanei laterales (pectorales et abdominales), und 2. eine der vorderen

[1]) Vergl. A. Rauber, Die Fingernägel. Dorpat 1888, Schnakenburg.

[2]) Die Lagerung ist typisch und greift als Lagerungsregel der Rami anteriores der Spinalnerven auch auf die Extremitätennerven über, wo nicht Ablenkungsursachen vorliegen. So erklärt sich die langgesuchte kaudale (ulnare) Lage des N. ulnaris in bezug auf die A. ulnaris; ebenso erklärt sich die kaudale (fibulare) Lage des N. tibialis in bezug auf die Vasa tibialia postt. u. a. m. (Rauber).

Mittellinie nahe vordere Reihe schwächerer Äste, Rami cutanei anteriores (pectorales et abdominales). Jeder Interkostalnerv entsendet hiernach einen seitlichen und einen vorderen Hautast. Nur dem Intercostalis I fehlt in der Regel der seitliche Hautast, wenn er nicht in der fünften Wurzel

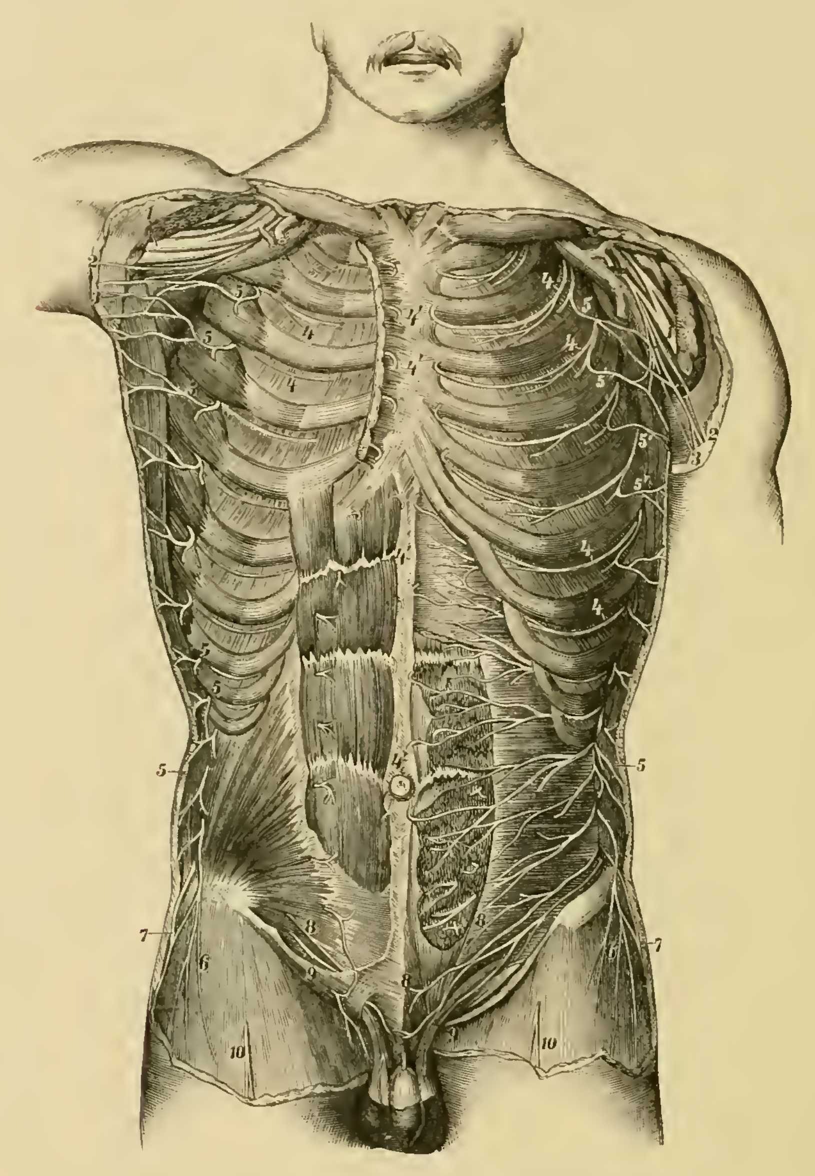


Fig. 344.

Verzweigung der ventralen Äste der Nn. thoracales. (Hirschfeld und Leveillé.) 1 : 4.
M. pectoralis major und minor sind beiderseits entfernt; rechts sind der M. obliquus internus und der M. rectus abdominis freigelegt; links ist der M. serratus anterior, sowie ein Teil des M. rectus abdominis entfernt und der M. transversus abdominis dargestellt. — 1 Plexus brachialis; 2 N. cutaneus brachii medialis; 3 N. intercostobrachialis; 4, 4 Nn. intercostales; 4', 4' deren Rami cutanei anteriores; 5, 5, 5 Rami cutanei laterales; 6 der entsprechende zur Hüfte gelangende Zweig des zwölften Interkostalnerven; 7 R. cutaneus lat. des N. iliohypogastricus; 8 R. cutaneus ant. desselben Nerven; 9 N. ilioinguinalis; 10 R. cutaneus ant. n. femoralis.

des Plexus brachialis zu suchen ist, welche die erste Rippe überschreitet. Ein Teil des N. cutaneus lateralis des Intercostalis II ist der Seite 373 erwähnte N. intercostobrachialis. Sogar der Intercostalis III kann noch eine Verbindung mit dem N. cutaneus brachii medialis eingehen. Die Rami cutanei anteriores sind bei sämtlichen Interkostalnerven vorhanden, nur dem ersten fehlt er bis-

weilen. Die vorderen perforierenden Äste der Bauchwand sind nicht selten mehrfach und in ihren Austrittsstellen häufig unregelmäßiger. Siehe auch Fig. 344.

Über die Hautzweige der Interkostalnerven berichtet E. Mertens folgendes: Der 4. Interkostalnerv versorgte ein Gebiet, das sich über drei Interkostalräume und ebensoviele Rippen erstreckt, und zwar begann es mit dem 3. Interkostalraum und endet auf der 6. Rippe. Der 5. Interkostalnerv verhielt sich ähnlich; sein Gebiet beginnt auf der 4. Rippe und endigt an der 7. Rippe. Hiernach wird die Haut über und zwischen der 4. und 6. Rippe vom 4. und 5. Interkostalnerven gemeinsam versorgt. Das Gesetz von der mehr als einfachen Innervation der Haut gilt also auch für die Haut der Brust in vollem Umfange. Fig. 345.

a) *Verbindungen der Interkostalnerven.*

1. Verbindungen mit den ventralen Ästen der benachbarten Körpersegmente; so mit CVIII durch den Verbindungsast von ThI; mit LI durch ThXII.

2. Abgesehen von der Verbindung zwischen ThI und ThII gehen die Interkostalnerven nur selten unter sich selbst Verbindungen ein. Unter den übrigen werden dennoch, was in systematischer Hinsicht bemerkenswert erscheint, hier und da Verbindungen hergestellt durch feine Fäden, welche von einem oberen Nerven ausgehen und zu einem unteren gelangen (siehe S. 340 über Plexusbildungen).

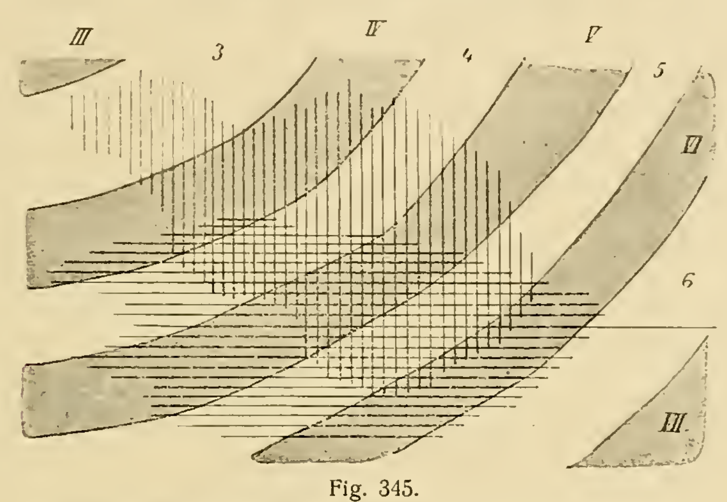


Fig. 345.

Ineinandergreifen der Hautnervengebiete. (E. Mertens und R. Zander.)
III—VII Hautgegend der 3. bis 7. Rippe; 3—6 Interkostalräume.

b) *Zweige der Interkostalnerven.*

1. Rami musculares.

Es empfiehlt sich, die 7 oberen von den 5 unteren zu trennen, da letztere größtenteils zu den Bauchmuskeln ziehen.

Die sieben oberen Interkostalnerven entsenden folgende Muskelzweige:

α. für die äußeren und inneren Interkostalmuskeln mit den Subcostales; sie sind in jedem Zwischenrippenraum mehrfach vorhanden, der hintere ist meist der stärkste;

β. für die Mm. levatores costarum; vom Anfangsteile der Nerven;

γ. für den M. serratus posterior superior. Sie stammen von ThI—IV, dringen durch die Mm. intercostales externi hindurch zu den 4 Zacken (Rieländer); die oberste Zacke erhält oft einen Faden vom Armgeflecht;

δ. für den M. transversus thoracis; vom ThIII—VI.

ε. für den obersten Teil des M. rectus abdominis; von ThV—VII.

Die fünf unteren Interkostalnerven entsenden folgende Muskelzweige:

α. für die äußeren und inneren Interkostalmuskeln mit den Subcostales;

β. für die unteren Mm. levatores costarum;

γ. für den M. serratus posterior inferior; von ThIX—XI (Rietänder);

δ. für die Mm. obliquus externus, internus und transversus abdominis. Sie werden versorgt, indem die 5 unteren Interkostalnerven zwischen dem M. obliquus internus und dem M. transversus hinziehen;

ε. für den M. rectus abdominis unterhalb der Inscriptio prima. Die vorderen Enden der 5 unteren Interkostalnerven gelangen nämlich aus dem Zwischenraum zwischen dem M. transversus und dem M. obliquus internus abdominis in die Rectusscheide und dringen von innen in das Fleisch vor;

ζ. für den M. pyramidalis.

2. Rami cutanei. Fig. 344.

Sie sind stärker als die Muskelzweige und sind Rami cutanei laterales (pectorales et abdominales) und anteriores (pectorales et abdominales).

a) Rami cutanei laterales. Fig. 329, 344.

Sie treten von den Interkostalnerven etwa in der Mitte des Interkostalraumes ab und treten in der Mitte zwischen der vertikalen Linea axillaris und der vorderen Medianlinie durch die Mm. intercostales externi, die untersten durch den M. obliquus externus abdominis unter die Haut. Die 7 oberen kommen dabei zwischen den Zacken des M. serratus anterior zum Vorschein, die unteren vor den Rippenzacken des M. latissimus dorsi. Der R. cutaneus lateralis von ThXII durchbricht den M. obliquus externus abdominis.

Alle diese Rami cutanei laterales teilen sich im Bereich der genannten Muskelzacken in zwei Zweige, die unter der Haut nach entgegengesetzten Richtungen auseinanderfahren; die stärkeren vorderen, Rami anteriores, nach vorn, die hinteren, Rami posteriores, nach hinten. Der hintere Ast des R. cutaneus lat. von ThII ist der mehrfach erwähnte N. intercostobrachialis. Fig. 329.

Die Rami cutanei anteriores von ThII—VI begeben sich um den Rand des M. pectoralis major medianwärts und versorgen die Haut bis zur Brustwarze. Vom vierten bis sechsten gelangen auch Zweige in die Milchdrüse, Rami mammarii laterales (Eckhardt) Diejenigen von ThVII—XI versorgen die Bauchhaut bis etwa zum lateralen Rande des M. rectus abdominis. Der Ramus cutaneus anterior von ThXII schickt außerdem einen Zweig über die Crista iliaca zu der über dem M. glutaeus medius gelegenen Haut; er läßt sich bisweilen bis zur Gegend des Trochanter major verfolgen.

Die Rami cutanei laterales von ThII—VI werden auch Nn. cutanei pectoris laterales genannt, während diejenigen von ThVII—XI oder XII Nn. cutanei abdominales laterales heißen.

b) Rami cutanei anteriores. Fig. 344.

Die vorderen perforierenden Äste der sechs oberen Interkostalnerven werden Nn. cutanei pectoris anteriores genannt. Sie gelangen, den M. pectoralis major durchbrechend, am Seitenrande des Sternum zur Haut, um sich in ihr medianwärts und lateralwärts auszubreiten. Zweige des zweiten bis vierten vorderen Hautnerven gelangen zur Haut der Milchdrüse, Rami mammarii mediales.

Die vorderen perforierenden Äste der sechs unteren Interkostalnerven werden Nn. cutanei abdominis anteriores genannt. Sie sind die sensiblen Endzweige der in der Rektusscheide eingetretenen, den Rectus versorgenden Nerven. Sie durchbrechen den Muskel oder gelangen um seinen medialen Rand zum vorderen Blatte der Rektusscheide und treten durch Lücken desselben zur Haut. Der betreffende Ast des letzten Interkostalnerven liegt etwas unterhalb der Mitte des Abstandes zwischen Nabel und Schambeinfuge.

3. Rami pleurales et peritonaeales.

Sie versorgen die Pleura der Brustwand und das Peritonaeum der lateralen und der vorderen Bauchwand, sowie die Pleura- und Peritonäalüberzüge des Ursprungsteiles des Zwerchfelles.

Ramström: Anat. Hefte, Bd. 29, 1905. — Derselbe, Mitteil. aus d. Grenzgebieten d. Med. u. Chir. 1906. — Derselbe, Anat. Hefte, Bd. 30, 1906.

Rückblick.

Dem Geschilderten zufolge ist das große, von den Rami posteriores und Rami anteriores der Nn. thoracales versorgte Hautgebiet auf jeder Körperseite in sechs verschieden breite Längsfelder zerlegbar, welche von entsprechenden segmentalen Hautnervenzweigen versorgt werden.

Das Beingeflecht, Plexus lumbosacralis.

Das Beingeflecht besteht aus einem kranialen, zugleich vorderen, und einem kaudalen, zugleich hinteren Teil; jener stellt den Plexus lumbalis, dieser den Plexus sacralis dar. Fig. 346, 347.

Das Beingeflecht läßt besonders in seinem kaudalen Abschnitt, dem Plexus sacralis, eine schichtweise Anordnung der Nerven für die Streck- und Beugeseite der unteren Extremität erkennen und schließt sich in dieser Hinsicht an das Armgeflecht an. Was aber von den Schichten des Armgeflechtes oben erwähnt worden ist, hat auch hier Beachtung zu finden; man darf sich nicht zu der Meinung verleiten lassen, daß die mehr ventral oder dorsal gelegenen Schichten des Plexus mit einer Scheidung in ventrale und dorsale Nerven in morphologischem Sinne zusammenfallen; das ventrale und dorsale Nervenlager der unteren Extremität stammt ausschließlich von ventralen Ästen (= Rami anteriores) der Spinalnerven ab.

Zum ventralen Lager sind nach Eisler zu zählen (in Fig. 346 durch verschiedene Helligkeit angedeutet): der ventrale Teil des Iliohypogastricus, N. ilioinguinalis, N. spermaticus externus, R. medialis des N. lumboinguinalis, Nn. cutanei femoris mediales mit pectineus, saphenus, tibialis. Zum dorsalen Lager gehören: die Nerven für den Quadratus lumborum und Iliopsoas; der dorsale Teil des Iliohypogastricus, der R. lateralis des N. lumboinguinalis, der N. cutaneus femoris lateralis, die Rami cutanei femoris antt.; Sartoriuszweige, die Nerven des Quadriceps, der N. peronaeus, die Nn. cutanei clunium; beiden Schichten entstammt der N. cutaneus femoris posterior.

Im Beingeflecht kommen in bedeutendem Grade Schwankungen seiner Zusammensetzung vor. Der ganze Plexus kann um einen Wirbel kaudal, seltener kranial verschoben sein. Im ersten Falle befestigt sich das Hüftbein am 26., im zweiten am 24. Wirbel, statt, wie normal, am 25. Wirbel.

Ruge, G., Verschiebungen in den Endgebieten der Nerven des Plexus lumbalis der Primaten. Morph. Jahrb. XX, 1893. — Uzschneider, A., Die Lendennerven der Affen und des Menschen. München, J. F. Lehmann 1892.

3. Das Lendengeflecht, Plexus lumbalis. Fig. 346—349.

Die Stärke der Rami anteriores der Lendennerven nimmt vom ersten bis fünften bedeutend zu; LI hat etwa 2,5 mm Durchmesser, LII bereits gegen 4, LIII und LIV gegen 6, LV sogar gegen 7 mm Durchmesser.

Die Rami anteriores der Lendennerven werden durch Ansae miteinander verbunden. LI—III (d. i. ihre Rami anteriores) und die obere Hälfte von LIV treten auf diese Weise zu einem bedeutenden Geflecht zusammen, dem Lendengeflecht, Plexus lumbalis.

Die untere kleinere Hälfte von LIV verbindet sich mit LV zu einem dicken Stamm, Truncus lumbosacralis, welcher über die Linea arcuata ins kleine Becken gelangt und sich vor dem M. piriformis mit den nächstfolgenden Rami anteriores zum Plexus sacralis vereinigt.

Die drei Ansae lumbales verhalten sich folgendermaßen: LI teilt sich in zwei Zweige, von welchen der obere sich in periphere Äste auflöst, der untere sich mit LII verbindet. Dieser verbindet sich am vierten Lendenwirbel mit dem größeren Teile von LIII, gleich darauf mit der größeren Hälfte von LIV. Durch spitzwinkelige Vereinigung dieser drei Wurzeln entsteht der Hauptnerv des Plexus, der N. femoralis.

Der Plexus lumbalis tritt nicht frei auf der hinteren Bauchwand zutage, sondern ist im Fleische des M. psoas verborgen (Fig. 349) und liegt vor den Processus costotransversarii der Lendenwirbel. Fig. 348.

a) Verbindungen des Plexus lumbalis.

1. mit ThXII;
2. mit dem Plexus sacralis durch die untere Hälfte von LIV;
3. mit dem Lendenteil des Sympathicus durch 2—3 lange Rami communicantes.

b) Äste des Plexus lumbalis.

Der Übersichtlichkeit wegen kann man die Äste des Plexus in kurze und lange einteilen.

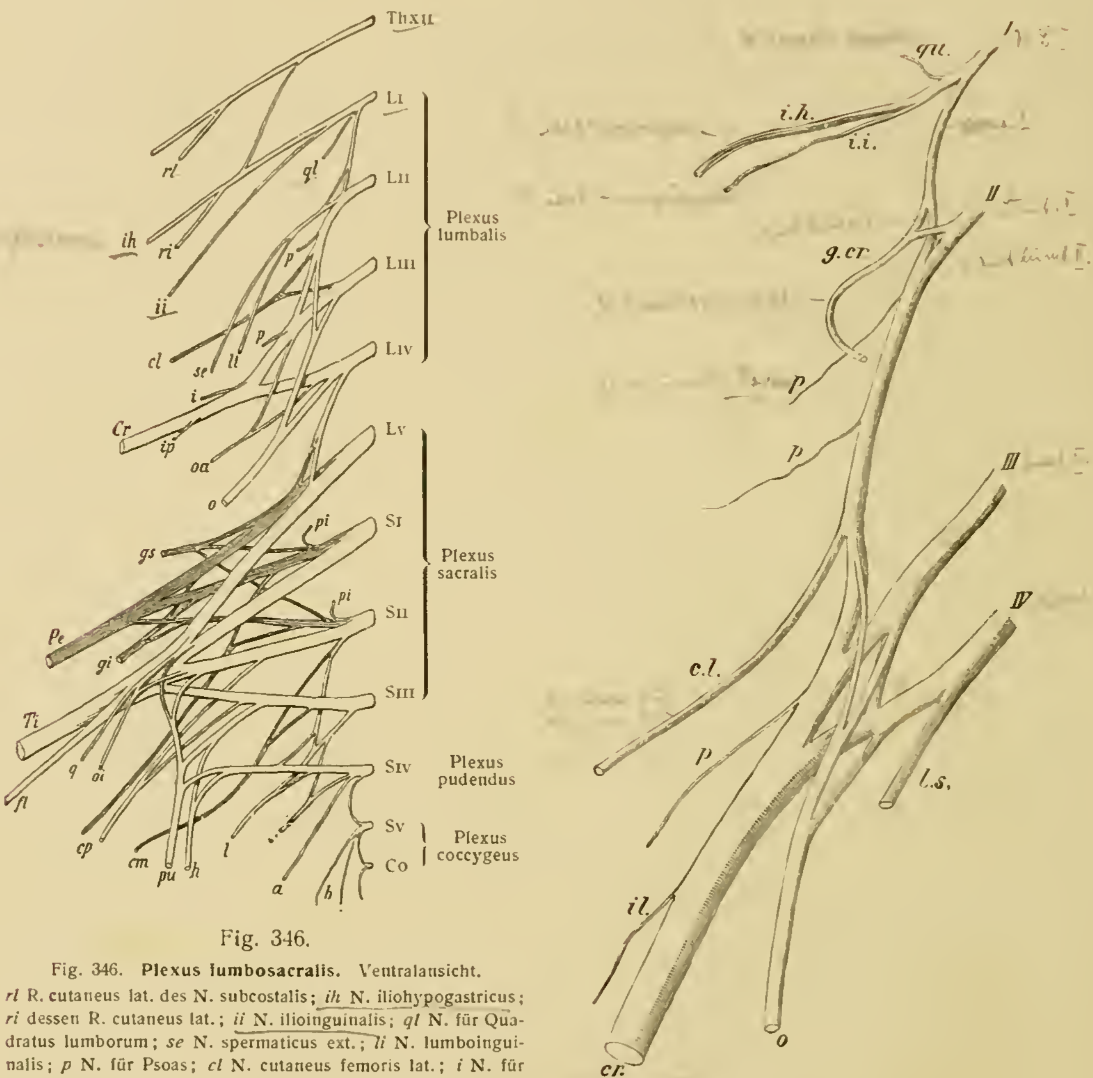


Fig. 346.

Fig. 347.

Fig. 346. **Plexus lumbosacralis.** Ventralansicht.
rl R. cutaneus lat. des N. subcostalis; *ih* N. iliohypogastricus; *ri* dessen R. cutaneus lat.; *ii* N. ilioinguinalis; *ql* N. für Quadratus lumborum; *se* N. spermaticus ext.; *li* N. lumboinguinalis; *p* N. für Psoas; *cl* N. cutaneus femoris lat.; *i* N. für M. iliacus; *ip* N. für Iliopsoas; *Cr* N. femoralis; *oa* N. obturatorius accessorius; *o* N. obturatorius; *gs* N. glutaeus sup.; *pi* Nn. für Piriformis; *Pe* N. peronaeus; *gi* N. glutaeus inf.; *Ti* N. tibialis; *fl* Nn. für Flexores cruris; *q* N. für Quadratus femoris und Gemellus inf.; *oi* N. für Obturator int. und Gemellus sup.; *cp* N. cutaneus femoris post.; *cm* N. cutaneus clunium inf. medialis (N. perforans lig. sacrotuberosum); *pu* N. pudendus; *h* N. haemorrhoidalis inf.; *l* N. für Levator ani; *c* N. für Coccygeus; *a*, *b* Nn. anococcygei. (P. Eisler.)

Fig. 347. **Plexus lumbalis.**
I, II, III, IV vorderer Ast des ersten bis vierten Lumbalnerven; *ih* N. iliohypogastricus; *ii* N. ilioinguinalis; *gcr* N. genitofemoralis; *p, p* Zweige für den Psoas; *qu* Zweig für den M. quadratus lumborum; *o* N. obturatorius mit drei Wurzeln; *cr* N. femoralis mit drei Wurzeln; *il* Zweig zu dem M. iliacus; *cl* N. cutaneus femoris lateralis; *ls* Verbindungszweig des Plexus lumbalis mit dem Plexus sacralis.

Kurze Äste:

Rami musculares.

1. Der Nerv für den Quadratus lumborum; aus dem Anfange von LI;
2. die Nerven für den Psoas major und minor; von der Ansa lumbalis II und III;

Lange Äste:

1. N. iliohypogastricus. Fig. 343, 348, 349.

Er gelangt zur vorderen Fläche des M. quadratus lumborum, zieht parallel dem letzten Interkostalnerven herab und tritt über der Crista iliaca zwischen die Mm. transversus und obliquus internus abdominis. Über der Mitte der Crista iliaca gibt er seinen Ramus cutaneus lateralis ab. Dieser durchbricht oberhalb der Mitte der Crista iliaca die Mm. obliquus internus und externus abdominis, steigt über der Crista iliaca abwärts zur Haut über dem Glutaeus medius, wo er mit dem R. cutaneus lateralis des Intercostalis XII Verbindungen einzugehen pflegt.

Die Fortsetzung des Stammes, Ramus cutaneus ant. (Bauchast) genannt, setzt zwischen den genannten beiden Muskeln ihren Weg fort, gibt beiden Muskeln und dem Obliquus externus Zweige, Rr. musculares, durchbricht oberhalb des inneren Leistenringes den Obliquus internus und die Sehne des Externus und gelangt an der oberen medialen Seite des äußeren Leistenringes unter die Haut. Über der Spina iliaca anterior superior verbindet er sich mit dem folgenden Nerven und kann ihn ganz in seine Bahn herüberziehen.

2. N. ilioinguinalis. Fig. 343, 348, 349.

Er ist dünner als der vorige, verläuft dem vorhergehenden ähnlich und etwas unterhalb desselben über den M. quadratus lumborum, zieht dicht über der Crista iliaca zum Transversus abdominis, durchbricht ihn etwas weiter vorn als jener, nimmt zwischen ihm und dem M. obliquus internus abdominis seinen Weg nach vorn, geht die genannte Verbindung mit dem vorigen ein und gelangt durch den Leistenkanal oder unter Durchbrechung des unteren Schenkels des äußeren Leistenringes zum Samenstrang, wo er in seine Endzweige zerfällt.

Die drei breiten Bauchmuskeln erhalten feine Fäden von ihm, Rami musculares. Die sensiblen Endfäden sind laterale und mediale.

Die lateralen Endfäden verbreiten sich in der Haut der medialen Leistengegend und (unbeständig) in der Haut des obersten medialen Teiles des Oberschenkels.

Die medialen Endfäden dagegen ziehen zur Haut des Mons pubis und zum Scrotum (Labia majora), Nn. scrotales (labiales) antt.

3. N. genitofemoralis. Fig. 343, 348—350.

Stammt (mit zwei Wurzeln) aus der Ansa lumbalis I und aus LII. Im Psoas oder außerhalb teilt er sich in seine beiden Endäste, N. spermaticus externus und N. lumboinguinalis, die auch gesondert entspringen können.

a) N. spermaticus externus;

enthält die aus LI stammenden Fasern des N. genitofemoralis, läuft in der Nähe des medialen Randes des M. psoas herab, gibt der A. iliaca externa einen Zweig, kreuzt die Vasa iliaca externa und biegt medial vom inneren Leistenringe zur hinteren Wand des Leistenkanales empor. So gelangt er zur anderen Seite des Samenstranges (oder des Lig. teres uteri) und begleitet ihn durch den Leistenkanal hindurch in den Hodensack. Er ist besonders für den M. cremaster und die Tunica dartos bestimmt, geht auch Verbindungen mit dem sympathischen Plexus spermaticus internus ein, der die A. spermatica interna umstrickt.

Nach seinem Austritt aus dem Leistenkanal verbindet er sich mit Fäden des N. ilioinguinalis; hieraus wird die vollständige oder teilweise Vertretung beider Nerven verständlich.

b) N. lumboinguinalis;

aus LII stammend, zieht lateral vom vorigen auf dem M. psoas herab und begibt sich lateral von den Schenkelgefäßen unter dem Lig. inguinale zur Haut der vorderen Fläche des Oberschenkels. Einige seiner

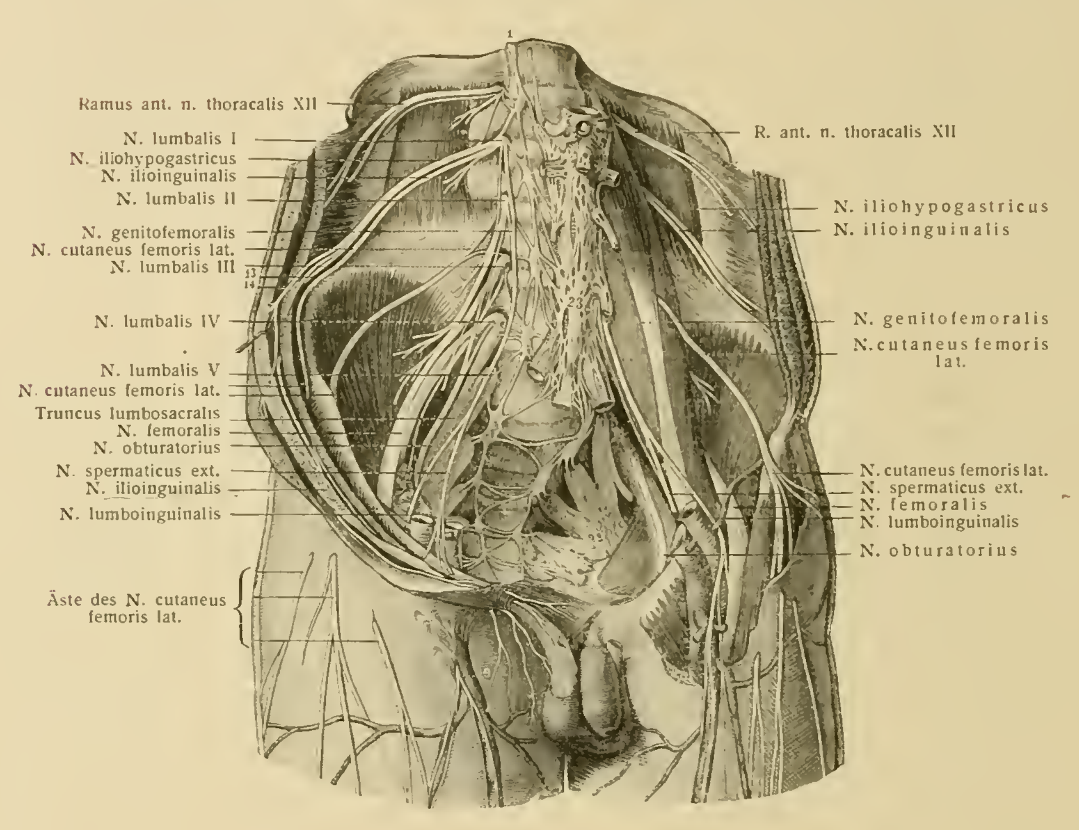


Fig. 348.

Äste des Lendengeflechtes von vorn. (Hirschfeld und Leveillé.) 1:4.

Auf der rechten Seite ist der M. psoas weggepräpariert, links ist die vordere Bauchwand samt den Lig. inguinale entfernt. 1 Grenzstrang des Sympathicus; 13 R. cutaneus ant.; 14 R. cutaneus lat. des N. iliohypogastricus; 19 Hautäste des N. ilioinguinalis; 22 N. ischiadicus; 23 Plexus aorticus abdominalis des Sympathicus.

Zweige treten durch die Fossa ovalis aus, andere lateral von ihr. Die letzten Zweige können zuweilen bis zur Mitte des Oberschenkels verfolgt werden. Der Lumboinguinalis übernimmt nicht selten Fasern aus der Bahn des Ilioinguinalis und kann vollständig dessen Hautäste abgeben.

4. N. cutaneus femoris lateralis. Fig. 342, 343, 348—352.

Er entsteht aus der Ansa lumbalis II, gelangt an die laterale Seite des M. psoas, sodann auf den M. iliacus und zieht, von der Fascia iliaca bedeckt, herab zur Gegend der Spina iliaca anterior superior. Unter dem Lig. inguinale und vor

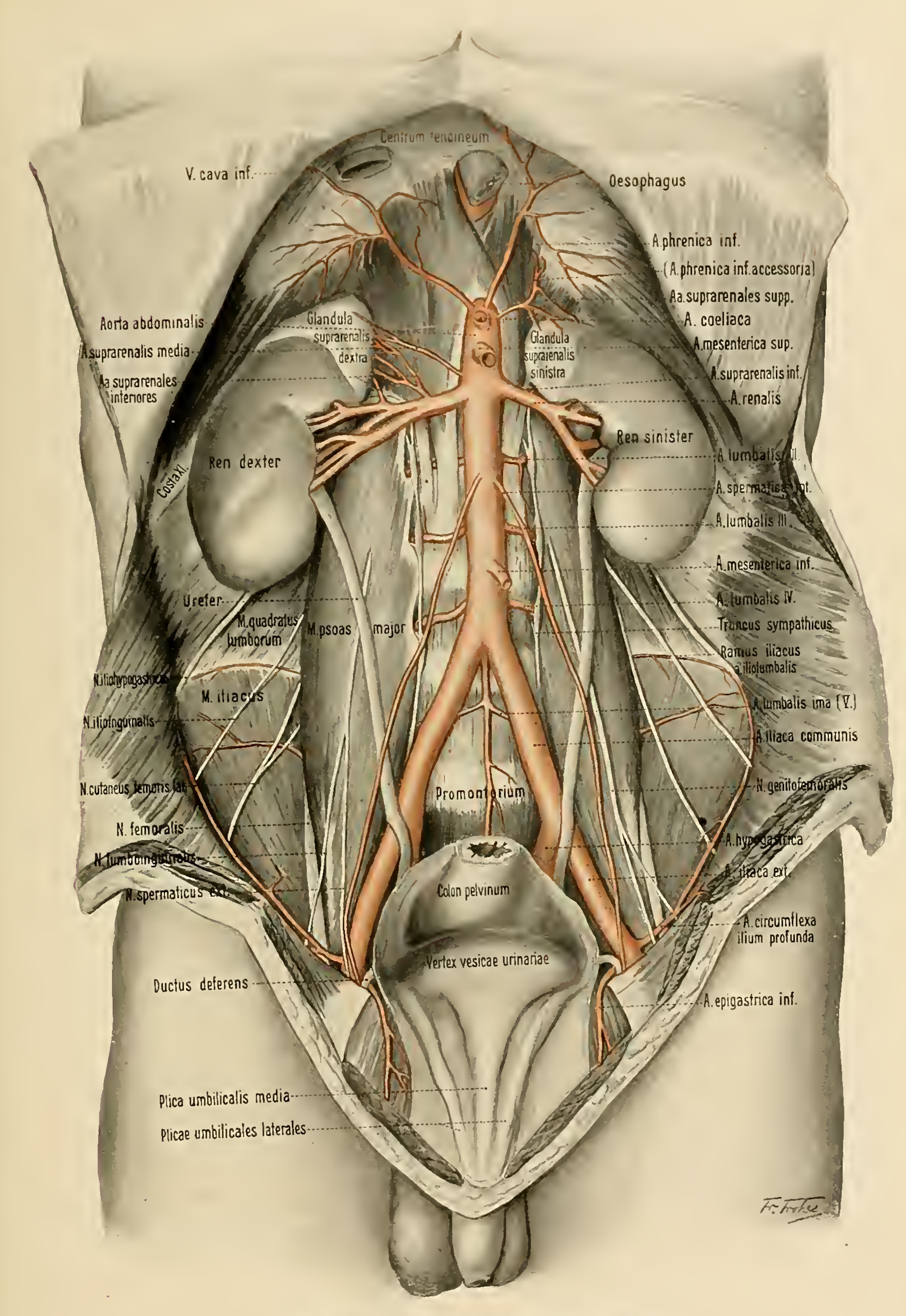


Fig. 349. Die Äste des Plexus lumbalis
sowie die Bauchaorta und ihre Äste (7/16).

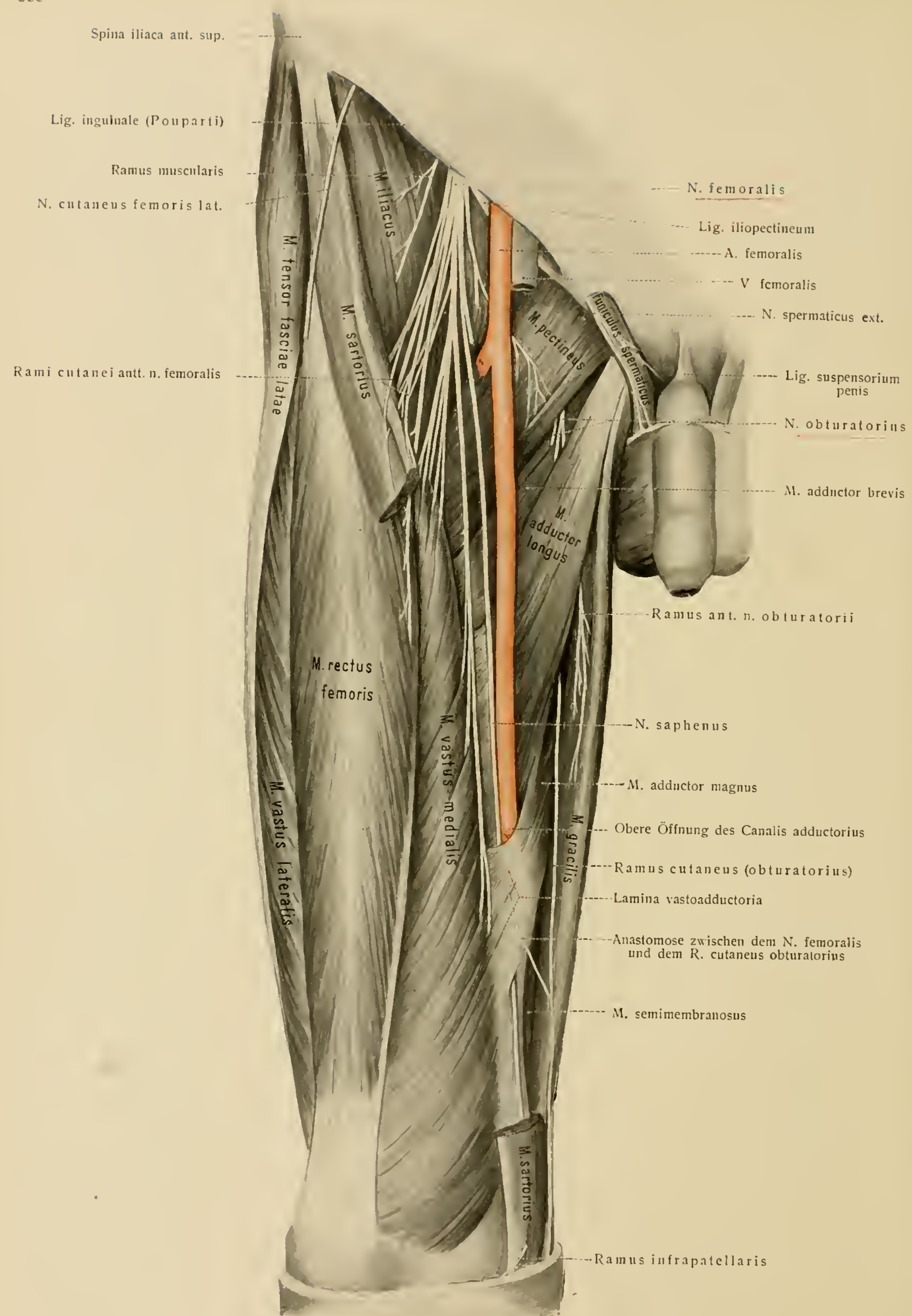


Fig. 350. N. femoralis und N. obturatorius (I) des (rechten). Oberschenkels ($^{6}/_{13}$).
Aus dem M. sartorius ist ein mittleres Stück herausgeschnitten.

der A. circumflexa ilium profunda hinwegziehend, betritt er das Oberschenkelgebiet, liegt hier unter dem oberflächlichen Blatte der Fascie und teilt sich in einen stärkeren absteigenden und schwächeren hinteren Ast, welche getrennt die Fascie durchsetzen. Der letztere wendet sich über dem Tensor fasciae nach hinten und gelangt bis zur Gesäßgegend. Der vordere Zweig gelangt 3—5 cm unterhalb des Lig. inguinale unter die Haut, zieht längs der Vorderfläche des Vastus lateralis bis zur lateralen Kniegegend herab und sendet besonders laterale Zweige aus. Hier und da verläuft der Nerv streckenweise in der Bahn des N. femoralis.

5. N. femoralis. Fig. 348—352.

Er geht mit drei Wurzeln aus LII, III, IV, mit einer vierten wahrscheinlich aus LI hervor und stellt einen starken, abgeplatteten, 5—6 mm breiten Stamm dar, welcher sich zwischen den M. psoas und M. iliacus legt und unter dem Lig. inguinale, in der Lacuna musculorum, lateral von den großen Schenkelgefäßen zum Oberschenkel zieht. Beim Übergange zum Oberschenkel gelangt der Nerv allmählich auf die mediale Fläche des M. iliopsoas und zerfällt hier 4—5 cm unterhalb des Lig. inguinale in eine Menge von Zweigen, die sich auf ein vorderes, vorzugsweise sensibles, und ein hinteres, vorzugsweise motorisches Bündel zurückführen lassen.

Die sensiblen Zweige versorgen die ganze vordere Fläche des Oberschenkels, die motorischen gehen zur Streckmuskulatur des Oberschenkels, sowie zum M. psoas und M. pectineus.

Bis zur Teilung in die beiden Endbündel werden von ihm abgegeben:

Rr. cutanei antt., 2—4 Zweige für den Beckenteil des Iliacus, einer für den Psoas, sowie der N. arteriae femoralis proprius. Dieser entsteht schon in der Beckenhöhle, verläuft mit dem N. femoralis und verläßt ihn unterhalb des Lig. inguinale, um an der Scheide der großen Gefäße herabzuziehen. Von den die A. profunda begleitenden Fäden dringt einer durch das Foramen nutricium in das Oberschenkelbein, andere in das Periost.

Der Nerv für den M. pectineus gelangt hinter den Schenkelgefäßen zur vorderen Muskelfläche.

Aus dem vorderen, vorzugsweise sensiblen Endbündel des N. femoralis entstehen:

a) Rami cutanei anteriores. Fig. 342, 343, 350, 351.

Zahlreiche Äste, welche an verschiedenen Stellen die Fascia lata durchbohren. Einige von ihnen treten durch den M. sartorius hindurch.

Die verschiedenen Zweige verlaufen folgendermaßen:

α. Zwei Äste für den mittleren Teil der vorderen Fläche des Oberschenkels; der eine gibt dem Sartorius einen Zweig, durchbohrt meist diesen Muskel im oberen Drittel, darauf die Fascia lata und zieht vor dem M. rectus femoris bis zum Knie herab.

Der andere kann mit dem vorigen anfangs vereinigt sein, durchbohrt nur selten den M. sartorius, sondern gelangt meist an dessen medialer Seite zur Haut und dringt bis zum Knie vor. Beide Nerven gehen mit dem N. lumboinguinalis häufig Verbindungen ein.

β. Äste für den medialen Teil der vorderen Fläche des Oberschenkels, meist 2—3 Nerven. Einer derselben durchbohrt die Fascie unmittelbar unter der Fossa ovalis, schließt sich der V. saphena magna an und kann bis zum Knie verfolgt werden. Er verbindet sich gewöhnlich mit dem Hautast des N. obturatorius.

Ein zweiter, stärkerer, manchmal doppelter Nerv läuft am medialen Rande des Sartorius herab, durchbohrt oberhalb der Kniescheibe die Fascie, um in der Haut der medialen Seite des Knies sich zu verbreiten.

Aus dem hinteren, vorzugsweise motorischen Endbündel des N. femoralis gehen hervor:

b) ***Rr. musculares*** für die Streckmuskulatur des Oberschenkels und zwar:

α. Der Ast für den M. rectus femoris. Von ihm und einigen anderen Muskelzweigen werden feine Fäden zur Hüftgelenkkapsel abgegeben (Rüdinger).

β. Der Ast für den M. vastus lateralis.

γ. Einige Äste für den M. vastus intermedius. Die unteren Zweige von ihnen versorgen auch den M. articularis genus, dringen aber mit ansehnlichen Zweigen (untere Epiphysennerven über die Grenzen des Muskels hinaus zum Periost und zur Kniegelenkkapsel (Rauber).

δ. Der Nerv für den M. vastus medialis. Dringt ebenfalls mit einem ansehnlichen Endstück bis zur Kniegelenkkapsel vor (Rauber).

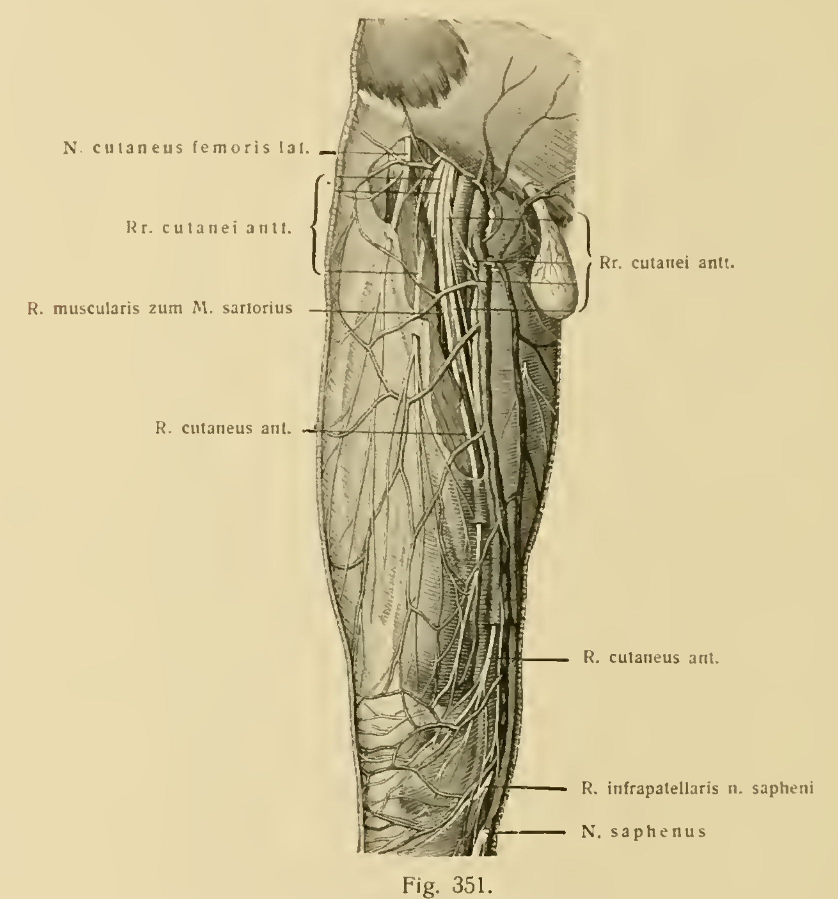


Fig. 351.
Hautnerven an der vorderen und an der medialen Fläche des Oberschenkels.
(Hirschfeld und Leveillé.) 1:5.

Der längste Ast des N. femoralis ist:

c) Der ***N. saphenus*** (Fig. 350, 351, 352). Er bildet die Fortsetzung des hinteren Endbündels, liegt am Oberschenkel anfangs der lateralen, weiter unten der vorderen Fläche der A. femoralis an, tritt mit den Vasa femoralia in den Canalis adductorius, durchbricht dessen vordere Wand und zieht, vom Sartorius bedeckt, in der Rinne zwischen dem M. vastus medialis und M. adductor magnus zur medialen Seite des Knies herab. Hier gelangt er an der Sehne des M. sartorius unter die Haut und zur V. saphena magna, um längs derselben am Unterschenkel subkutan herabzuziehen und vor dem Malleolus medialis in die Haut des medialen Fußrandes auszustrahlen. Einer seiner Zweige geht hier eine Ver-

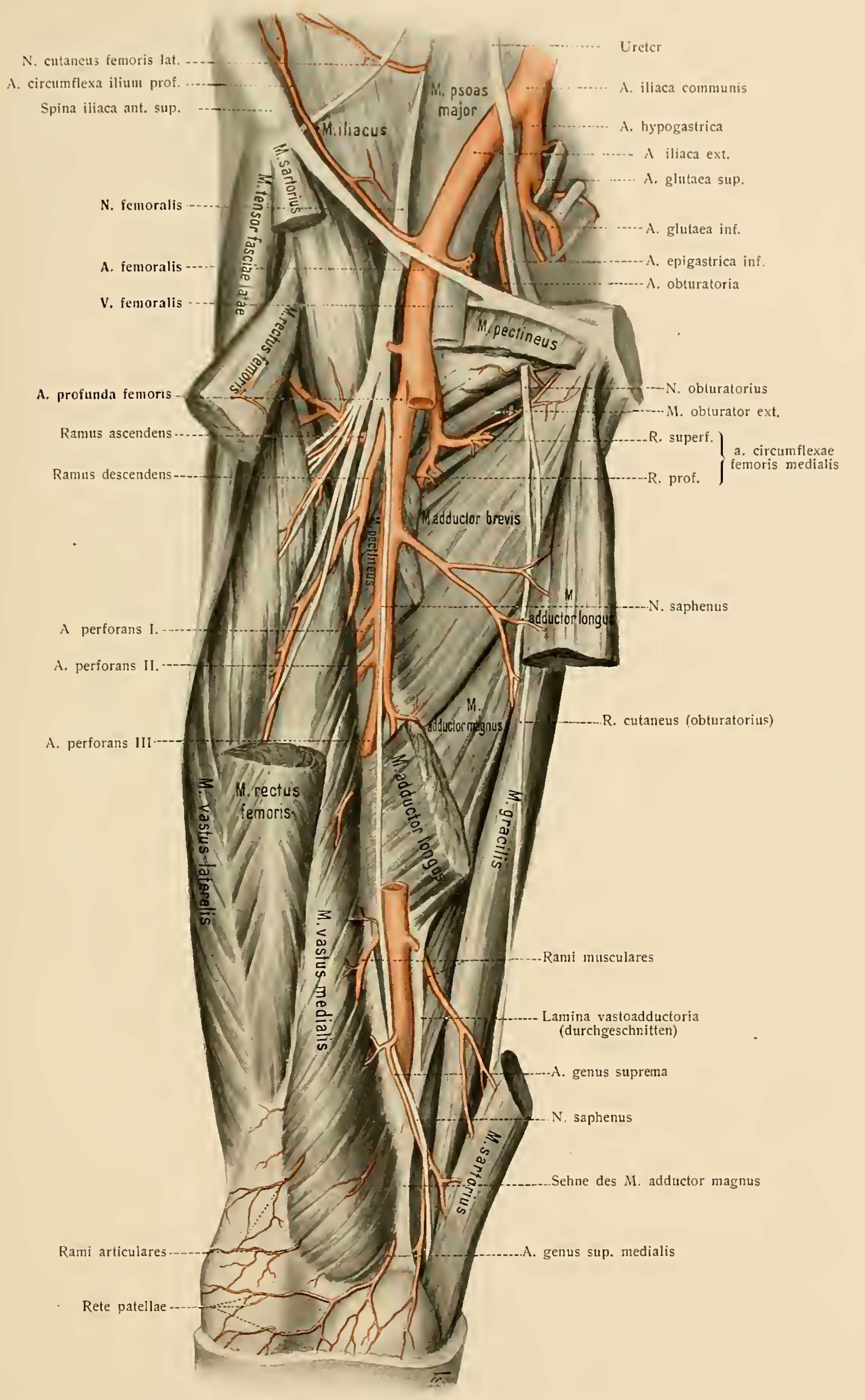


Fig. 352. N. femoralis und N. obturatorius (II) des rechten Oberschenkels ($^1/_2$).
Ein Stück der A. femoralis ist weggenommen; die Mm. sartorius, rectus femoris, pectineus, adductor longus sind durchgeschnitten und zum Teil entfernt.

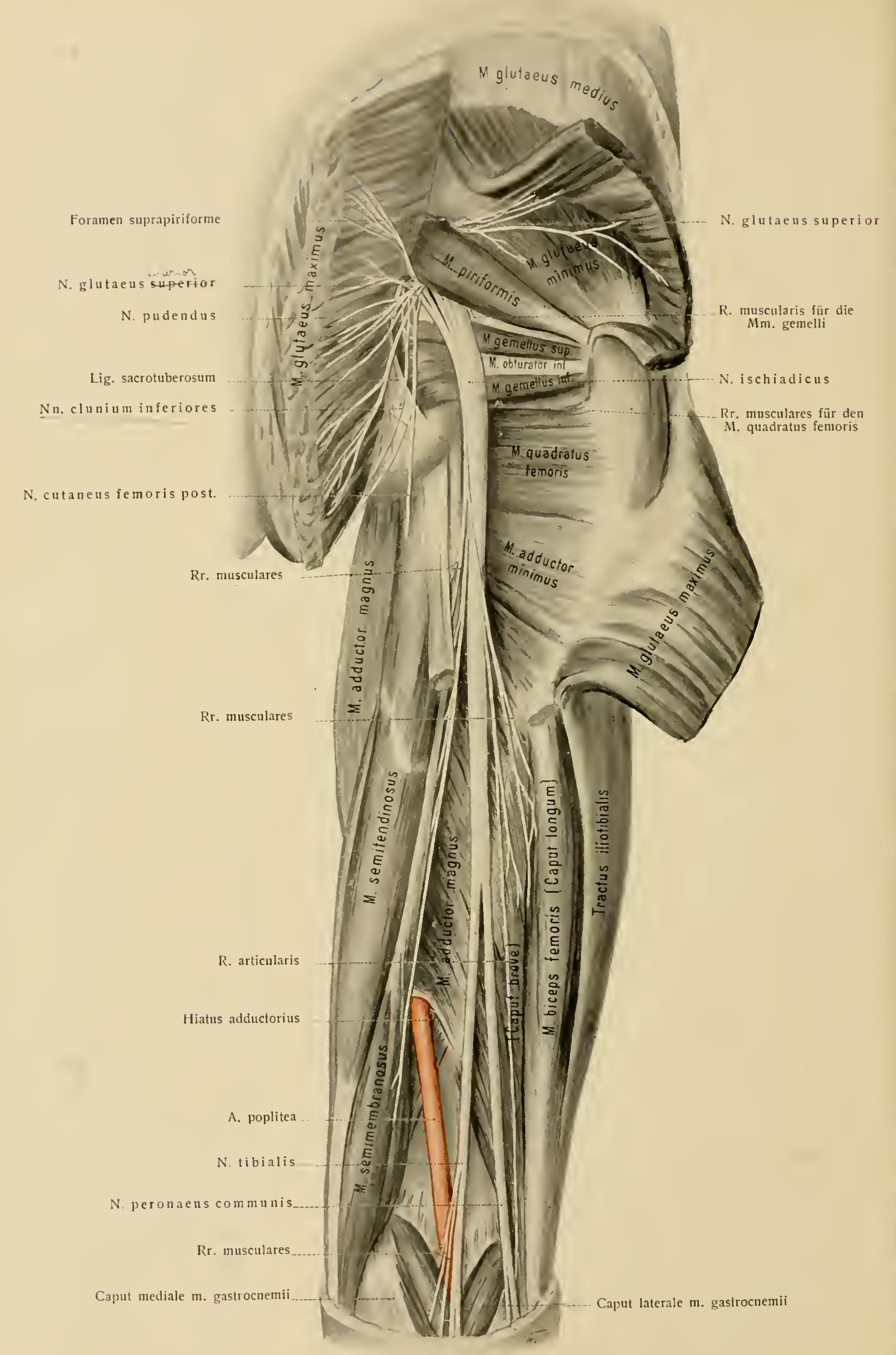


Fig. 353. Tiefe Nerven des Gesäßes und der Beugeseite des rechten Oberschenkels (7/16).

bindung mit dem N. peronaeus superficialis ein. Meist endigt der Nerv im Metatarsalgebiet, ohne zur großen Zehe zu gelangen. In seltenen Fällen endigt er schon am Knie und wird am Unterschenkel durch einen Zweig des N. tibialis ersetzt (H. Meyer).

Außer einem Zweige zum Kniegelenk gibt er ab:

α. den ***Ramus infrapatellaris,*** zur Haut der medialen Seite des Knies bis zur vorderen Fläche der Patella. Fig. 351.

β. Nn. cutanei cruris mediales; es sind mediale vordere und mediale hintere Zweige vorhanden, welche die Haut über der medialen Fläche der Tibia und die mediale Wadenhaut versorgen.

6. N. obturatorius. Fig. 342, 343, 350, 352.

Wird meist aus drei Wurzeln gebildet, die aus der Ansa lumbalis II, sowie aus LII und LIII stammen und noch innerhalb des M. psoas zusammentreten. Der Stamm läuft am medialen Rande des M. psoas hinab, gelangt hinter den Vasa iliaca communia ins kleine Becken und zum Canalis obturatorius. Innerhalb desselben zerfällt er in seine beiden Endäste, den Ramus ant. und den Ramus post.

Er versorgt sämtliche Adduktoren mit motorischen Zweigen und gibt einen Hautast zur medialen Fläche des Knies ab.

Vor dem Austritt aus dem Canalis obturatorius entläßt er nur einen Nerven, den Ramus muscularis für den M. obturator externus; er durchläuft den Kanal und tritt in den Muskel ein.

a) Der vordere Endast, ***Ramus anterior,*** gelangt in den Zwischenraum zwischen dem M. adductor brevis und M. adductor longus und zerfällt in eine Reihe von Zweigen.

Diese sind:

α. der Ast für den M. adductor brevis;

β. der Ast für den M. adductor longus;

γ. der Ast für den M. gracilis. Mit ihm entspringt gemeinsam

δ. der ***Ramus cutaneus (obturatorius).*** Er begibt sich zwischen dem M. adductor longus und Gracilis zur Haut der medialen Seite des Oberschenkels und verbindet sich mit den Nn. cutanei antt. des N. femoralis.

b) Der hintere Endast, ***Ramus posterior,*** durchbohrt häufig den M. obturator externus, gelangt zwischen ihm und dem M. adductor brevis zur vorderen Fläche des M. adductor magnus und entsendet:

α. 1—2 Rami articulares für das Hüftgelenk;

β. einen Zweig für den M. adductor minimus;

γ. einen Zweig für den M. adductor magnus;

δ. unbeständig ist ein Zweig für den M. pectineus;

ε. unbeständig ist ferner ein Zweig für die hintere Wand der Kniegelenkkapsel.

Nicht selten kommt ein N. obturatorius accessorius (Fig. 354) vor, er entsteht aus LIII und LIV, tritt über dem Schambein zum Oberschenkel, verbindet sich mit dem N. obturatorius, gibt Zweige zum M. pectineus und zum Hüftgelenk (J. A. Schmidt).

Bardeen, Ch. R., A. statistical Study of the Abdominal and Border-Nerves in Man. Americ. Journ. of Anatomy, Bd. I, 1902.

4. *Kreuzbeingeflecht, Plexus sacralis.*

Der Plexus sacralis stellt die größere untere Hälfte des Beingeflechtes (Plexus cruralis) dar. Er geht aus LIV/2, LV, welche zusammen den S. 383 erwähnten Truncus lumbosacralis ausmachen, sowie aus SI, II und der Hälfte von SIII

hervor. Der mächtige Truncus lumbosacralis läuft über die Linea arcuata hinab in das kleine Becken und verbindet sich hier mit den übrigen Bestandteilen des Plexus sacralis. Ein großer Teil von SIII tritt zum Plexus sacralis, der andere Teil zum Plexus pudendus.

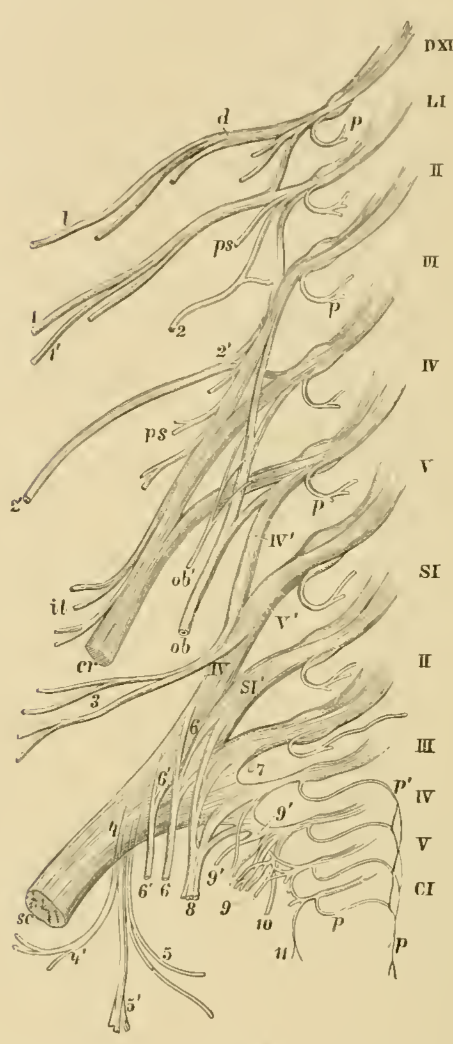


Fig. 354.

Schematische Darstellung des Plexus lumbosacralis. 1:2. *DXII* letzter Brustnerv; *LI—V* erster bis fünfter Lendennerv; *SI—V* erster bis fünfter Sakralnerv; *CI* N. coccygeus; *p, p, p* dorsale Äste dieser Nerven; *p, p'* Plexus sacralis posterior; *LI—IV* treten zum Plexus lumbalis, *LIV'* bis *SIII* zum Plexus sacralis; *SIII* bis *SIV* zum Plexus pudendus, *SV* und *CI* zum Plexus coccygeus zusammen; *d, l* letzter Interkostalnerv; 1 N. iliohypogastricus; 1' N. ilioinguinalis; 2 N. genitofemoralis; 2' N. cutaneus femoris lateralis; *ps, ps* Zweige zum M. psoas major; *cr* N. femoralis; *il* Zweige zum M. iliacus; *ob* N. obturatorius; *ob'* N. obturatorius accessorius; *IV, V'* treten zum N. lumbosacralis zusammen; 3 N. glutaeus superior; 4, 4' N. glutaeus inferior; 5, 5' N. cutaneus femoris posterior; *sc* N. ischiadicus; 6, 6, 6', 6' Zweige zu den Rollmuskeln und zum Hüftgelenk; 7 Zweig für den M. piriformis; 8 N. pudendus; 9, 9 Rami viscerales; 9' Zweig zum M. levator ani; 10 Zweig zum M. coccygeus; 11 N. anococcygeus.

Die genannten Nerven konvergieren gegen das Foramen ischiadicum majus und fließen zu einer vielfach verflochtenen Platte zusammen, aus deren Spitze der N. ischiadicus, der größte Nerv des Körpers hervorgeht. Fig. 354.

Die Länge der einzelnen Wurzeln des Plexus sacralis ist verschieden; sie nimmt vom oberen zum unteren Ende des Plexus allmählich ab. Ähnlich verhält es sich mit der Stärke der einzelnen Wurzeln; sie nimmt vom fünften Lendennerven an allmählich, vom zweiten Sakralnerven an rasch ab.

Der Plexus sacralis liegt zum Teil auf der vorderen Fläche des M. piriformis. SI kommt über dem oberen Rande des Muskels aus dem Foramen sacrale anterius I, SIII unter dem unteren Muskelrande hervor. Zwischen dem Truncus lumbosacralis und SI begibt sich die A. glutaea superior nach hinten; zwischen SII und SIII zieht die A. glutaea inferior nach unten.

a) Verbindungen des Plexus sacralis:

1. Durch den Verbindungszweig von LIV hängt er mit dem Plexus lumbalis zusammen;

2. durch die untere Hälfte von SIII mit dem Plexus pudendus;

3. durch Rami communicantes ist er mit den angrenzenden Teilen des Sympathicus verknüpft.

b) Äste des Plexus sacralis:

1. Zweige für den M. piriformis, von SII stammend;

2. **N. glutaeus superior,** mit zwei Wurzeln, aus LV bis SII hervorgehend.

In einen oberen und unteren Ast geteilt, verläuft der Nerv hart am Knochen, oberhalb des Piriformis, durch den oberen Teil des Foramen ischiadicum majus (For. suprapiriforme). Fig. 353, 356.

Der obere, schwächere Ast tritt unter den M. glutaeus medius, zieht

längs des oberen Randes des M. glutaeus minimus nach vorn und verästelt sich im M. glutaeus medius.

Der untere Ast zieht zwischen den Mm. glutaeus medius und minimus nach vorn, gibt dem M. glutaeus medius Zweige, versorgt den M. glutaeus minimus und sendet sein vorderstes Bündel in den M. tensor fasciae latae.

3. **N. glutaeus inferior,** entsteht häufig mit dem folgenden vereinigt von der hinteren Fläche des Plexus, aus SI und II. Er verläßt unterhalb des M. piriformis die Beckenhöhle und tritt mit auseinanderweichenden Bündeln in den M. glutaeus maximus ein. Er gibt auch der Hüftgelenkkapsel Fäden. Fig. 253, 356.

4. **N. cutaneus femoris posterior** (Fig. 353, 355), verläßt mit dem N. glutaeus inferior am unteren Rande des M. piriformis die Beckenhöhle, zieht, anfänglich dem N. ischiadicus aufliegend, zwischen Tuber ischiadicum und Trochanter major zur hinteren Fläche des Oberschenkels hinab und verbreitet sich an ihm bis zum Knie. Er versorgt die Haut des Gesäßes und der hinteren Fläche des Oberschenkels mit sensiblen Zweigen und entsendet folgende Äste:

α. ***Nn. clunium inferiores*** (Fig. 355), 2—3; schlingen sich um den unteren Rand des M. glutaeus maximus aufwärts und endigen in der hier befindlichen Haut.

β. ***Rami perineales*** (Fig. 355), ziehen unterhalb des Tuber ischiadicum in abwärts konvexem Bogen zu der Furche zwischen Damm und Oberschenkel, geben an die Haut beider Teile Zweige und enden auf der lateralen Seite des Scrotum (Labia majora), indem sie sich mit Zweigen des N. pudendus verbinden.

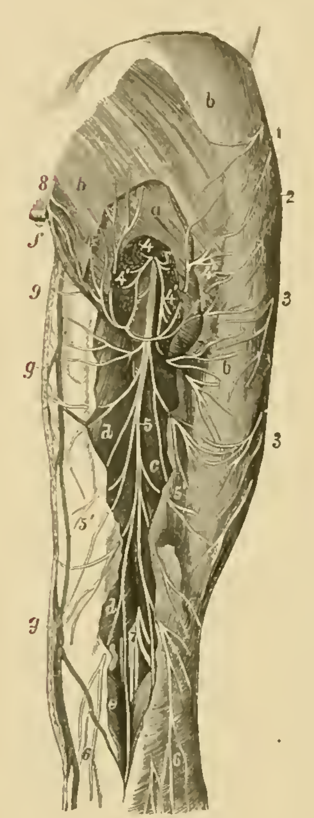
γ. ***Rami cutanei femoris posteriores*** (Fig. 355). Sie werden, während der N. cutaneus femoris posterior bis zur Mitte des Oberschenkels subfascial, sodann subkutan verläuft, nach beiden Seiten, besonders medianwärts abgegeben. Die Endzweige dringen bis zur Kniekehle und greifen auch noch auf die Wadenhaut über, wobei sie sich einem Zweig der V. saphena parva anlagern. Fig. 360.

5. **N. ischiadicus** (Fig. 353—356), entsteht aus allen Wurzeln des Plexus sacralis und bildet dessen Hauptfortsetzung. Die Beckenhöhle am unteren Rande des M. piriformis verlassend, zieht er zwischen Tuber ischiadicum und Trochanter major hinter den kleinen Rollmuskeln, anfänglich bedeckt vom M. glutaeus maximus, abwärts. Weiter unten liegt der Nerv auf der hinteren Fläche des M. adductor magnus, wird hier durch die vom Tuber ischiadicum entspringenden Beugemuskeln gedeckt und gelangt so zur Kniekehle. Hier nimmt er etwa deren Mitte ein, liegt etwas lateral und über der V. und A. poplitea und wird von der starken Fascia poplitea überlagert. Meist teilt sich der Nerv im oberen Winkel der Kniekehle in den stärkeren, den Stamm fortsetzenden N. tibialis, und in den schwächeren, zum lateralen Winkel der Kniekehle verlaufenden N. peronaeus communis (Fig. 353, 355). Häufig geschieht die Teilung schon in der Mitte des Oberschenkels, ja sie kann schon am Ursprunge aus dem Plexus gegeben sein. Künstlich läßt sich die Trennung beider Stämme immer bis zum Hüftloche ausführen. Er versorgt mit motorischen Zweigen: von Hüftmuskeln den M. obturator int., Gemelli, Quadratus femoris, ferner sämtliche Beugemuskeln des Oberschenkels und alle Muskeln von Unterschenkel und Fuß. Seine sensiblen Zweige

versorgen die Haut von Unterschenkel und Fuß mit Ausnahme der vom N. saphenus versorgten Abschnitte.

Der N. ischiadicus, und zwar der tibiale Teil desselben, gibt in der Hüft- und Oberschenkelgegend folgende Äste ab:

a) den Nerven für den M. obturator internus. Er entspringt bei dem Austritt des Stammes aus dem Foramen ischiadicum majus, wendet sich sofort durch das Foramen ischiadicum minus zur medialen Fläche des M. obturator internus und dringt in denselben ein. Im Foramen ischiadicum minus nimmt er den unteren, der N. pudendus dagegen den oberen Winkel ein; die Vasa pudenda verlaufen zwischen den beiden Nerven;



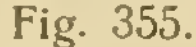


Fig. 355.

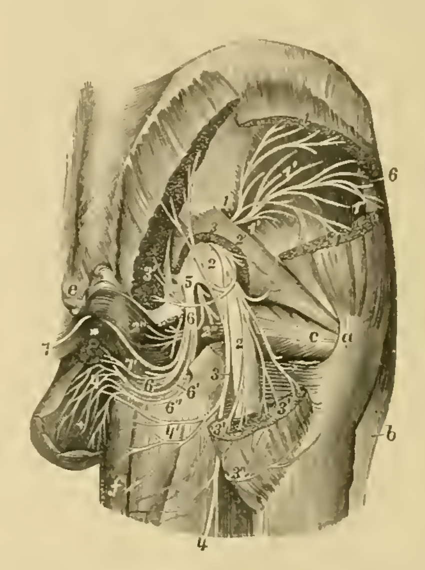


Fig. 356.

Fig. 356. Nerven des Plexus sacralis und N. pudendus. (Hirschfeld und Leveillé.) 1:4.

a Trochanter major; *b* M. tensor fasciae latae; *c* Sehne des M. obturator internus; *d* M. vastus lateralis; *e* Os coccygis; *f* M. gracilis; 1 N. glutaeus superior, oberer Ast; 1' unterer Ast desselben; 1" Ast zum M. tensor fasciae latae; 2 N. ischiadicus; 2' Ast zum M. piriformis; 2" Zweig zum M. obturator internus; 3 N. cutaneus femoris posterior; 3' N. glutaeus inferior; 3" Nn. clunium inff.; 4 Rami cutanei femoris; 4' Rami perineales des N. cutaneus femoris posterior; 5 N. pudendus; 6, 6', 6" seine Verzweigungen am Damme Nn. scrotales posteriores; 7 N. dorsalis penis.

Fig. 355. Hintere Hautnerven der Hüfte und des Oberschenkels. (Hirschfeld und Leveillé.) 1:5.

Die Fascia lata ist in der mittleren Gegend der hinteren Seite des Oberschenkels zum Teil entfernt; aus dem M. glutaeus maximus ist vom unteren Rande aus ein Stück herausgeschnitten; *a* M. glutaeus maximus; *b* Fascia lata; *c* M. biceps femoris; *d* Mm. semitendinosus et semimembranosus; *e* M. gastrocnemius; *f* Os coccygis; *g*, *g* Vena saphena magna; 1, 2 R. cutaneus lat. des N. iliohypogastricus; 3 Äste des N. cutaneus femoris lat.; 4, 4' N. glutaeus inferior; 4" Nn. clunium inff.; 5 N. cutaneus femoris post.; 5', 5' seine Verzweigungen am Oberschenkel; 6, 6 seine Endäste an der Wade; 7 Teilung des N. ischiadicus in seine Endäste; 8 untere Hautäste des letzten Sakral- und des Steißbeinnerven; 9 Rami cutanei perineales von 5.

b) den Nerven für die beiden Mm. gemelli und den M. quadratus femoris; er entsteht ebenfalls beim Austritt des Ischiadicus;

c) einen Ramus articularis für die Hüftgelenkkapsel;

d) ***Rami musculares*** für den M. semitendinosus, M. semimembranosus, den langen Kopf des M. biceps femoris, den M. adductor magnus.

5a. N. peronaeus communis. Fig. 353, 356, 359.

Der N. peronaeus communis zieht nach seiner Trennung vom N. tibialis längs des medialen Randes des M. biceps femoris über das Caput lat. m. gastrocnemii

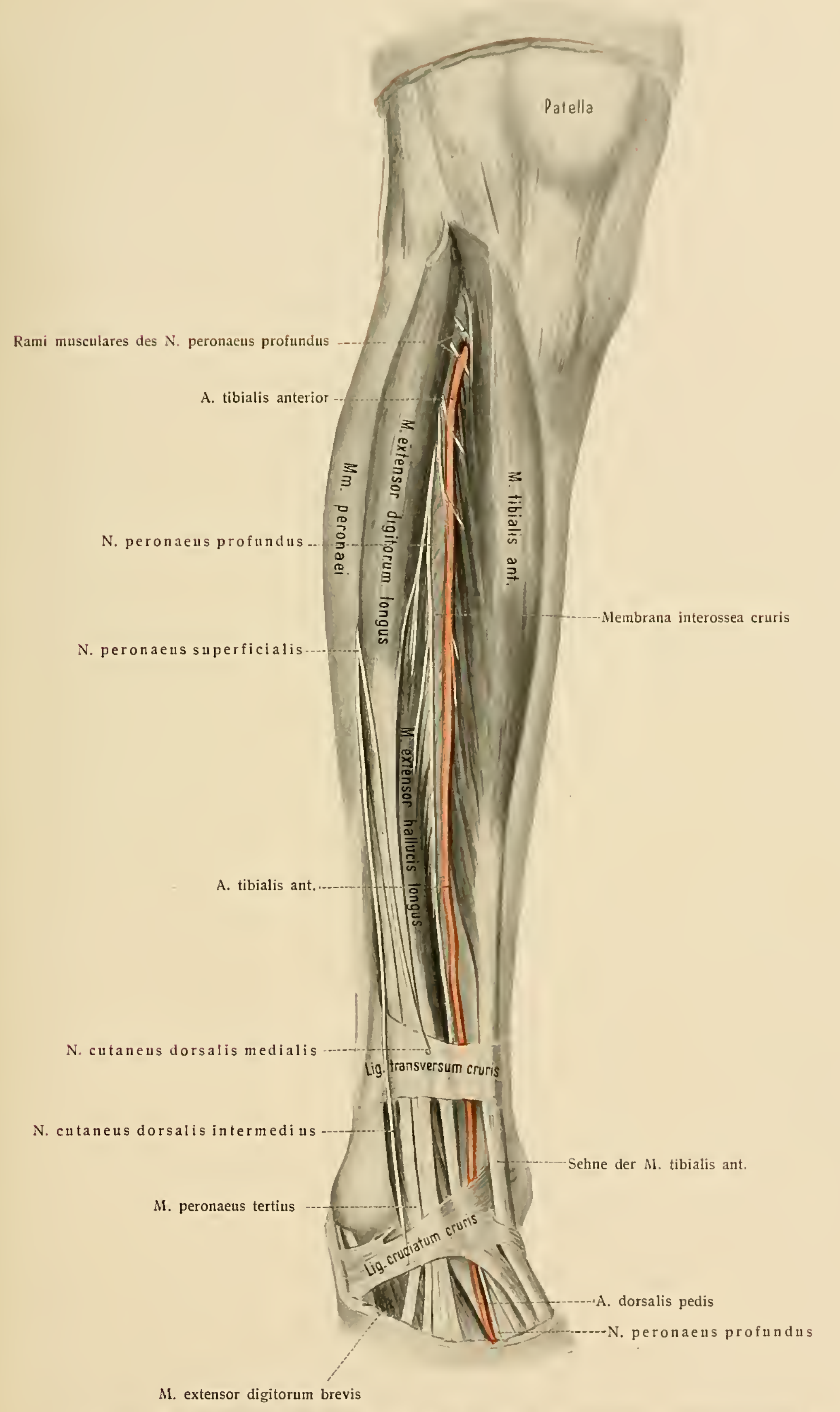


Fig. 357. Tiefe Nerven der Streckseite des (rechten) Unterschenkels ($^7/_{15}$).

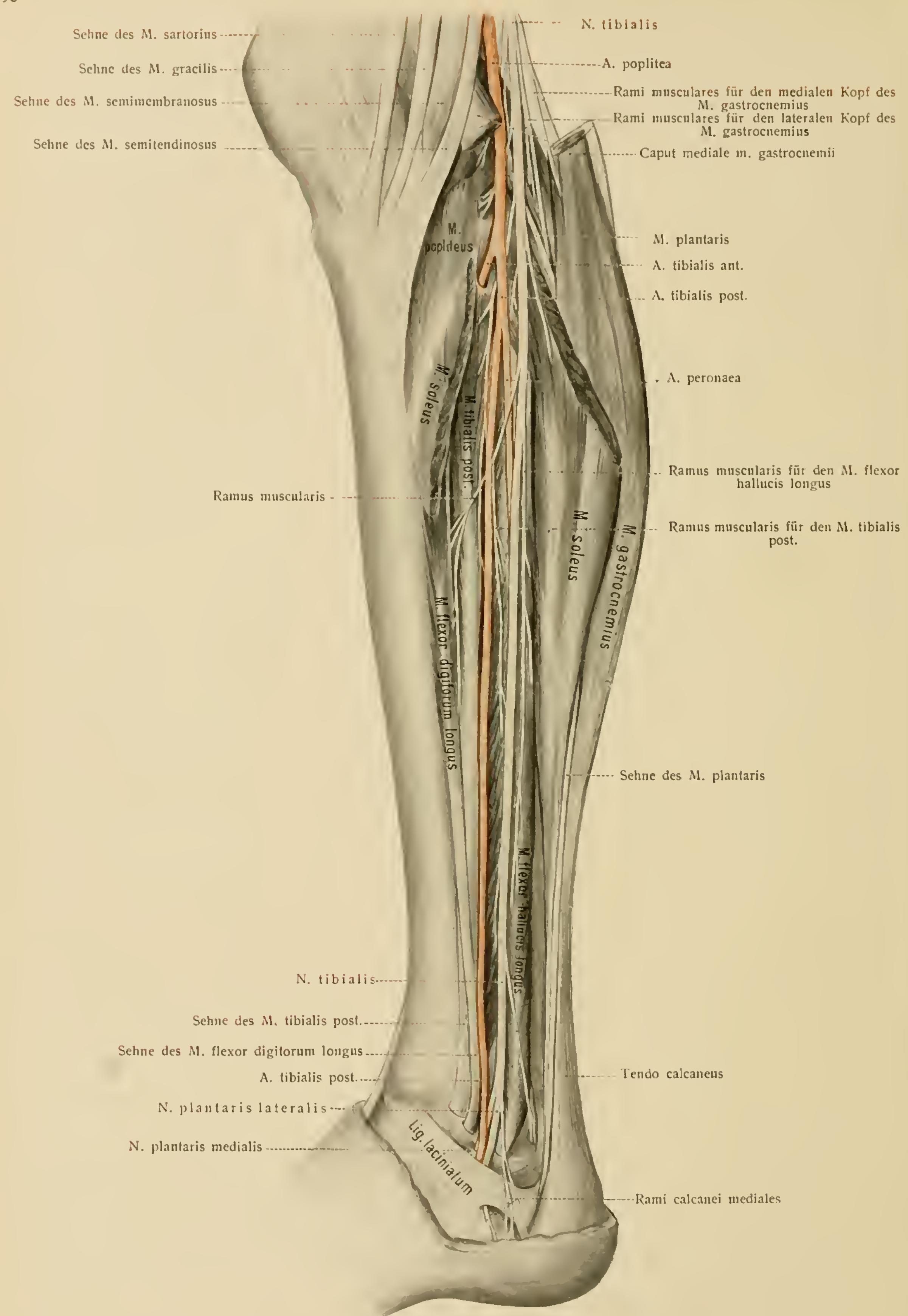


Fig. 358. Tiefe Nerven der Beugeseite des (rechten) Unterschenkels ($^7/_{15}$).

zum lateralen Winkel der Kniekehle, tritt am Collum fibulae auf die laterale Fläche des Knochens und teilt sich vor seinem Eintritt in den hier entspringenden M. peronaeus longus in den überwiegend sensiblen N. peronaeus superficialis und den überwiegend motorischen N. peronaeus profundus. Bis zur Teilungsstelle werden außer einem Zweig für den kurzen Kopf des M. biceps femoris und einem Ramus articularis genus superior und inferior zum lateralen und hinteren Teile der Gelenkkapsel sowie zum Tibio-Fibulargelenke noch abgegeben:

Der ***N. cutaneus surae lateralis:*** Er entspringt aus dem N. peronaeus communis innerhalb der Kniekehle und teilt sich am Unterschenkel in einen vorderen und hinteren Ast. Fig. 360.

Der vordere Ast wird alsbald subkutan, zieht an der lateralen Fläche des Unterschenkels bis zum Malleolus lateralis herab und schickt Fäden, welche die laterale untere Seite des Knies bogenförmig umgreifen, zur Kniehaut.

Der hintere Ast, ***Ramus anastomoticus peronaeus,*** wechselnd stark, verläuft subfascial, hinter dem vorigen, auf dem Caput lat. m. gastrocnemii abwärts, wird in der Längsmitte des Unterschenkels subkutan und vereinigt sich gewöhnlich mit dem N. cutaneus surae medialis aus dem N. tibialis. Seltener bleibt er isoliert. Beide stehen, wie so viele andere nachbarliche Nervenäste, in kompensatorischem Verhältnis.

1. N. peronaeus superficialis. Fig. 357, 359, 361—363.

Er zieht in steil ab- und vorwärts gekehrter Richtung durch den M. peronaeus longus, gelangt zwischen M. peronaeus longus und brevis, legt sich sodann auf die lateral-vordere Fläche des M. extensor digitorum longus und durchbricht im distalen Drittel des Unterschenkels die Fascia cruris, um als Hautnerv zu endigen. Subkutan geworden oder noch in subfascialer Lage, teilt er sich in zwei Zweige, den stärkeren N. cutaneus dorsalis medialis und den schwächeren N. cutaneus dorsalis intermedius. Bis zu seiner Teilung gehen folgende Äste aus ihm hervor:

Rami musculares für den M. peronaeus longus (2) und für den M. peronaeus brevis.

1. N. cutaneus dorsalis medialis. Fig. 359, 362, 363.

Er wendet sich medianwärts zum Fußrücken, gibt auf diesem Wege feine Zweige zur benachbarten Haut und teilt sich auf dem Fußrücken in einen medialen und einen lateralen Zweig, welche den medialen Rand der großen Zehe und die einander zugewendeten Ränder der 2. und 3. Zehe versorgen.

a) Der mediale Zweig wendet sich zum medialen Fußrande, verbindet sich mit Fäden des Nervus saphenus und versorgt die Rückenhaut der medialen Seite der großen Zehe bis zum Endgliede. Ferner schickt er zur Haut über dem Spatium interosseum I einen Verbindungszweig zum N. peronaeus profundus.

b) Der laterale Zweig zieht zum Spatium interosseum II und teilt sich in zwei Äste, Nn. digitales dorsales pedis, für die einander zugewendeten Seiten der zweiten und dritten Zehe. Dieser Zweig kann auch vom folgenden abgegeben werden.

2. N. cutaneus dorsalis intermedius. Fig. 363.

Zieht über das Fußgelenk gerade nach vorn, versorgt die benachbarte Haut und teilt sich in einen medialen und einen lateralen Zweig, welche die einander zugewendeten Ränder der 3. und 4., sowie der 4. und 5. Zehe versorgen.

a) Der mediale Zweig spaltet sich in die Nerven für die einander zugewendeten Seiten der 3. und 4. Zehe.

b) Der laterale Zweig geht mit dem N. suralis Verbindungen ein und versorgt die einander zugewendeten Seiten der 4. und 5. Zehe.

Der N. cutaneus dorsalis intermedius kann auch den Nerven für die einander zugewendeten Seiten der 2. und 3. Zehe abgeben. Er endigt andererseits zuweilen schon auf dem Fußrücken und wird durch den N. suralis ersetzt. In solchen Fällen ist der R. anastomoticus peronaeus stark entwickelt.

2. N. peronaeus profundus. Fig. 357, 359, 362, 363.

Er durchbricht die Ursprünge des M. peronaeus longus und des M. extensor digitorum longus und gelangt zu den Vasa tibialia anteriora, vor welchen er, an-

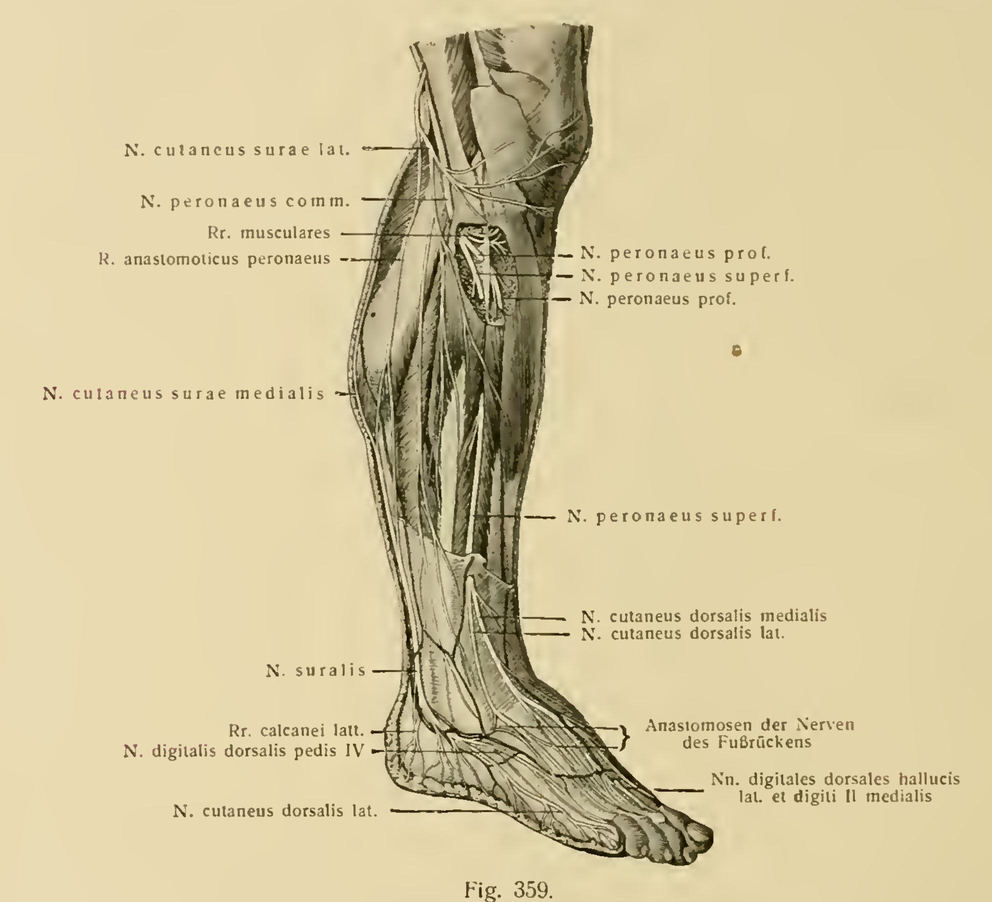


Fig. 359.

Hautnerven an der lateralen Seite des Unterschenkels und des Fußes. (Hirschfeld und Leveillé.) 1:5. Am proximalen Teil des Unterschenkels ist die Fascia cruris entfernt, das proximale Stück des M. peronaeus longus ist herausgeschnitten.

fänglich zwischen dem M. tibialis anterior und dem M. extensor digitorum longus, sodann zwischen dem ersteren und dem Extensor hallucis longus, herabzieht. Am Sprunggelenk durchzieht er mit den Gefäßen jenes Fach des Lig. cruciatum pedis, in welchem die Sehne des M. extensor hallucis longus ihre Lage hat, und teilt sich in einen medialen und einen lateralen Endzweig.

Während seines Verlaufes am Unterschenkel gehen aus ihm folgende Nerven hervor:

a) ein oberer und ein unterer Ramus muscularis für den M. tibialis anterior;
b) ein Ramus muscularis für den M. extensor digitorum longus;
c) zwei Rami musculares für den M. extensor hallucis longus;
d) ein Ramus articularis für die vordere Wand des Sprunggelenkes.

Der mediale Endzweig setzt die Richtung des Stammes fort, zieht mit der

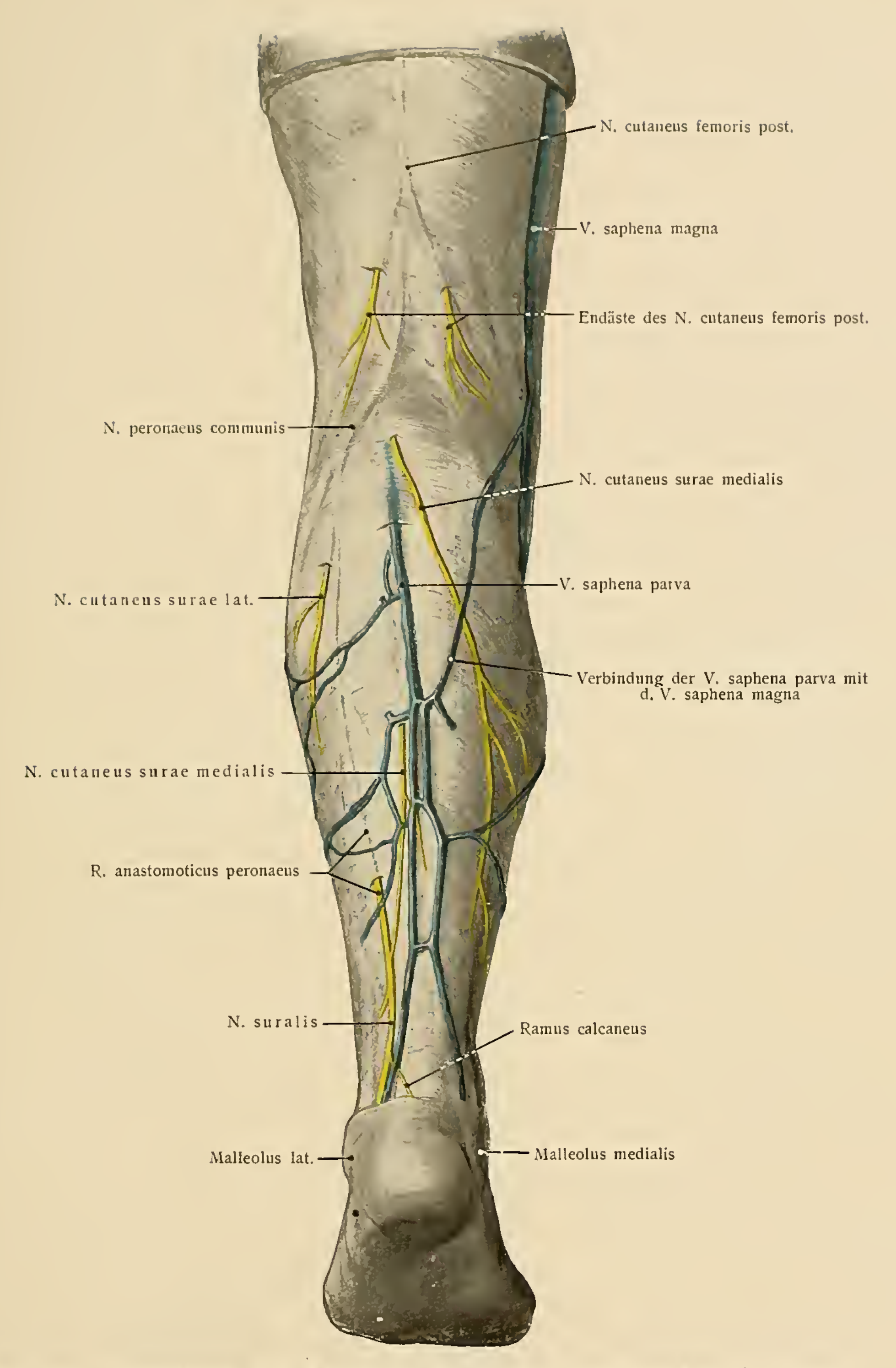


Fig. 360. Hautnerven und Hautvenen des linken Unterschenkels (Beugeseite) (aus Corning, topogr. Anatomie).

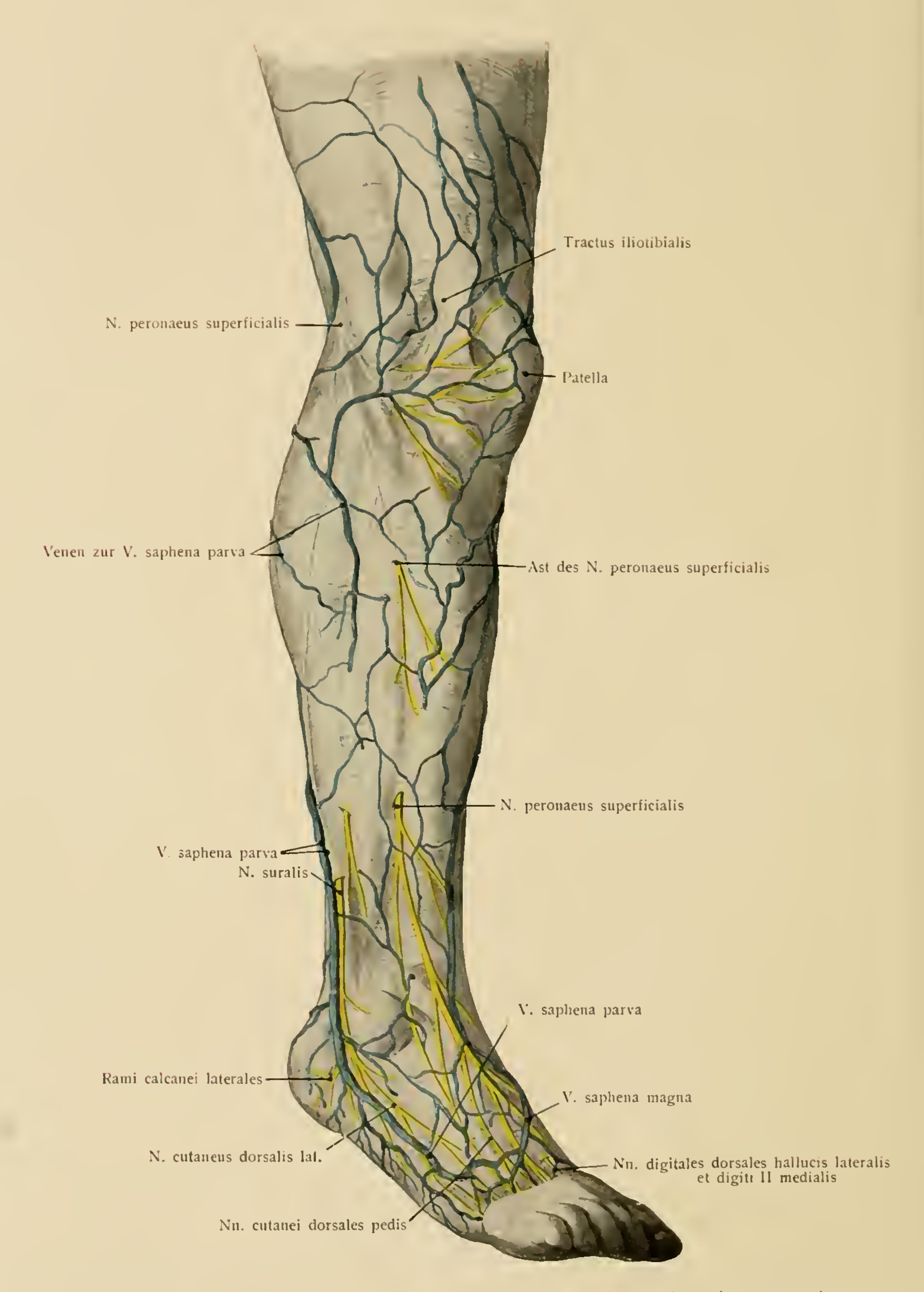


Fig. 361. Hautnerven und Hautvenen der rechten unteren Extremität (Streckseite) (aus Corning, topogr. Anatomie).

A. dorsalis pedis zum Spatium interosseum I und gelangt unter der mit ihm sich kreuzenden Sehne des M. extensor hallucis brevis zum distalen Ende des Zwischenknochenraumes. Hier verbindet er sich konstant mit einem Faden des N. peronaeus superficialis und spaltet sich in zwei Hauptzweige, ***Nn. digitales dorsales hallucis lateralis et digiti secundi medialis,*** für die einander zugewendeten Seiten der Rücken der ersten und zweiten Zehe. Auf diesem Wege entsendet

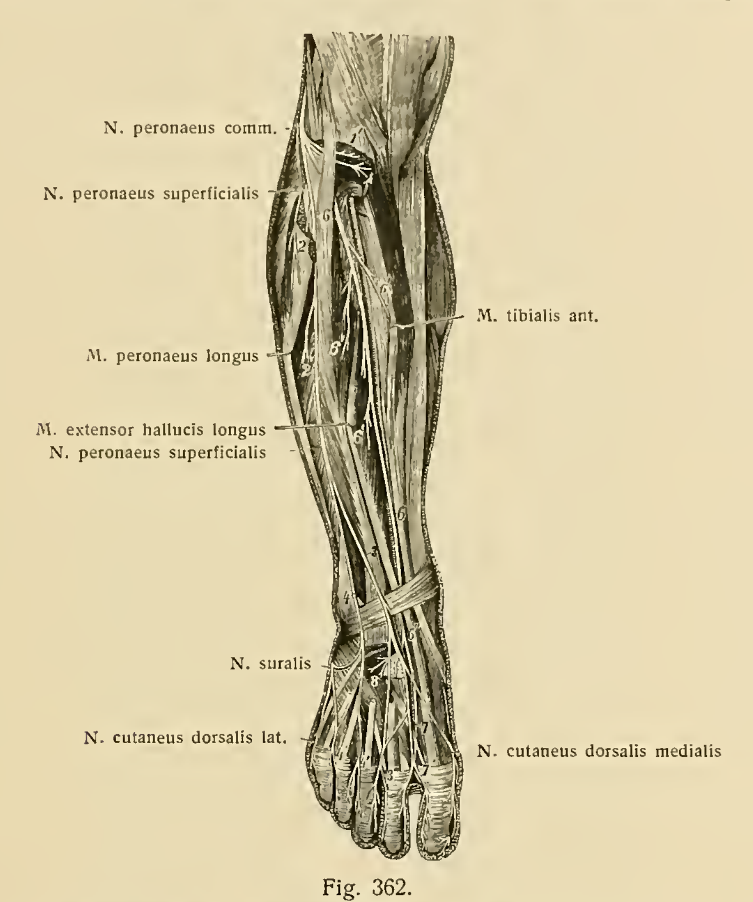


Fig. 362.

Verzweigung des N. peronaeus. (Hirschfeld und Leveillé.) 1:5.

Das proximale Stück des M. peronaeus longus ist entfernt; die Mm. tibialis anterior, extensor hallucis longus und peronaeus longus sind auseinandergezogen. 1' oberer Zweig für den M. tibialis anterior; 2', 2' Zweige des N. peronaeus superficialis zu den Mm. peronaei; 3', 3' Verzweigungen des N. cutaneus dorsalis medialis; 4 N. cutaneus dorsalis medius; 4', 4' seine Verzweigungen an den Zehen; 6, 6 N. peronaeus profundus, 6' seine Muskelzweige am Unterschenkel, 6" seine Endteilung, 7, 7' sein medialer Zweig in Verbindung mit dem N. peronaeus superficialis, 8 sein lateraler Zweig zum M. extensor digitorum brevis.

er den N. interosseus pedis I für die benachbarten Gelenke; zwei Fäden laufen längs der Metatarsalia I und II nach vorn und endigen an den Kapseln der Köpfchengelenke.

Der laterale Endzweig wendet sich auf der Fußwurzel, vom M. extensor digitorum brevis bedeckt, lateralwärts, versorgt diesen Muskel, entsendet drei Nn. interossei pedis (Rüdinger), welche sich wie der erste verhalten. Die Nerven der Mm. interossei dorsales aber sind plantaren Ursprunges, obgleich auch der N. peronaeus profundus als ein ventraler Nerv betrachtet werden muß (siehe oben S. 383).

5b. N. tibialis. Fig. 358, 360, 364, 365.

Er übertrifft den anderen Endast des Ischiadicus, nämlich den N. peronaeus communis an Stärke um das Doppelte, zieht durch die Mitte der Fossa poplitea herab und liegt nach hinten und etwas lateral von den Vasa poplitea. Alsbald gelangt er zwischen den beiden Köpfen des M. gastrocnemius bis zum proximalen Rande des M. soleus, dringt unter der Soleusarkade in den Zwischenraum zwischen M. tibialis posterior und M. soleus, zieht mit der A. tibialis posterior zwischen der tiefen und der oberflächlichen Schicht der Wadenmuskeln distalwärts, gelangt in der Mitte zwischen dem Malleolus medialis und Calcaneus, fibular von den großen Gefäßen (siehe S. 379, Anm. 2) zur medialen Seite des Fußgelenkes und spaltet sich hinter dem Malleolus medialis in seine beiden Endzweige, welche als N. plantaris lateralis und medialis unter dem Lig. laciniatum zur Fußsohle ziehen. Fig. 364.

Jene Äste des N. tibialis, welche von ihm während seiner Verbindung mit dem N. peronaeus communis im N. ischiadicus abgegeben werden, sind bereits genannt worden; es sind dies die Äste für den M. obturator internus; die Mm. gemelli und den M. quadratus femoris, für den Semitendinosus, Semimembranosus, Adductor magnus, Caput longum bicipitis (siehe oben S. 396).

In der Kniekehle und am Unterschenkel werden von dem N. tibialis abgegeben:

a) Der ***N. cutaneus surae medialis*** (Fig. 360, 365); er entspringt im proximalen Teil der Kniekehle, zieht in der Rinne zwischen den beiden Köpfen des M. gastrocnemius herab, liegt hier subfascial an der lateralen Seite der V. saphena parva, durchbohrt die Fascie gegenüber dem Anfange der Achillessehne, vereinigt sich darauf mit dem R. anastomoticus peronaeus, und heißt dann N. suralis. Dieser begibt sich in Begleitung der genannten Vene hinter dem Malleolus lateralis und verläuft als N. cutaneus dorsalis lateralis am lateralen Fußrande. Hier sendet er einen Verbindungszweig zum N. cutaneus dorsalis intermedius und endigt als N. dorsalis digiti minimi am lateralen Rande des Rückens der kleinen Zehe. Während seines Vorbeizuges hinter dem Malleolus lateralis sendet er Fäden zur Haut desselben sowie zur Haut der Ferse, Rami calcanei laterales (Fig. 361, 365). Noch oberhalb des Malleolus entspringen aus ihm Fäden für die laterale Seite des Fußgelenkes, weiter unten für die vordere Kapselwand und den Sinus tarsi (Rüdinger).

b) Rami articulares für das Kniegelenk, gewöhnlich ein oberer und unterer (Rüdinger).

c) Rami musculares für die beiden Köpfe des M. gastrocnemius, den M. plantaris und M. soleus.

d) Rami musculares für den M. tibialis posterior, M. flexor digitorum longus und M. soleus.

Der erstere dieser Muskelnerven schickt in den für die Aufnahme der Vasa peronaea bestimmten Canalis musculo-peronaeus einen langen, reich mit Vater-Pacinischen Körperchen besetzten feinen Nerven ab, Nervus canalis musculo-peronaei, welcher auf dem Knochen herabzieht, vom M. flexor hallucis longus gedeckt wird, den Gefäßen, dem Periost und dem Foramen nutricium fibulae Zweige abgibt und in der Rinne hinter dem Malleolus lateralis sich verliert (Rauber).

e) Rami musculares für den M. flexor hallucis longus und den M. flexor digitorum longus.

f) Ramus popliteus. Er entspringt im unteren Teil der Kniekehle, zieht über die hintere Fläche des M. popliteus herab und teilt sich in mehrere Zweige, deren stärkster den M. popliteus selbst versorgt. Seine übrigen Zweige sind:

α. der Knochennerv der Tibia, in das Foramen nutricium eindringend;

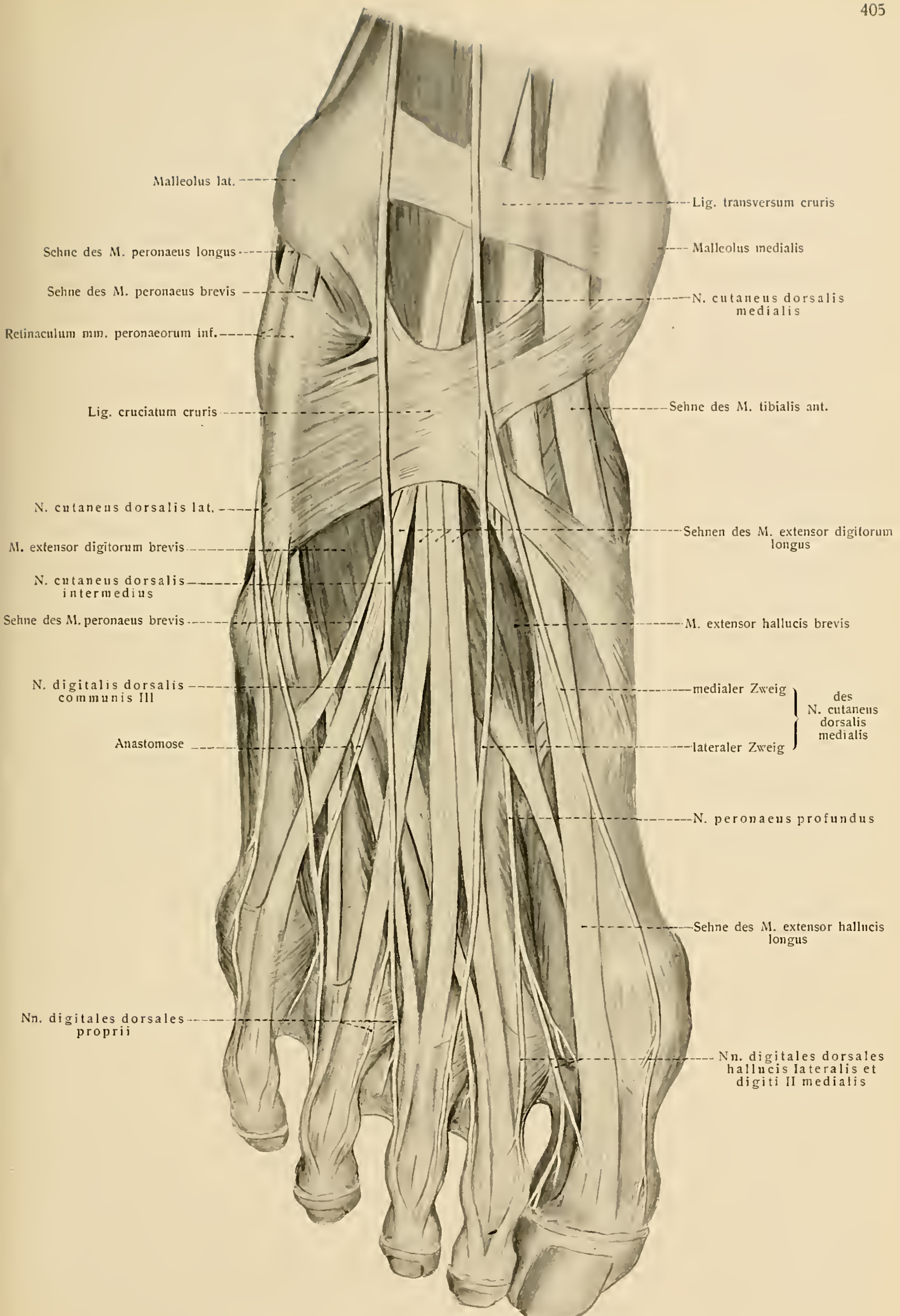


Fig. 363. Nerven des (rechten) Fußrückens (1/1).

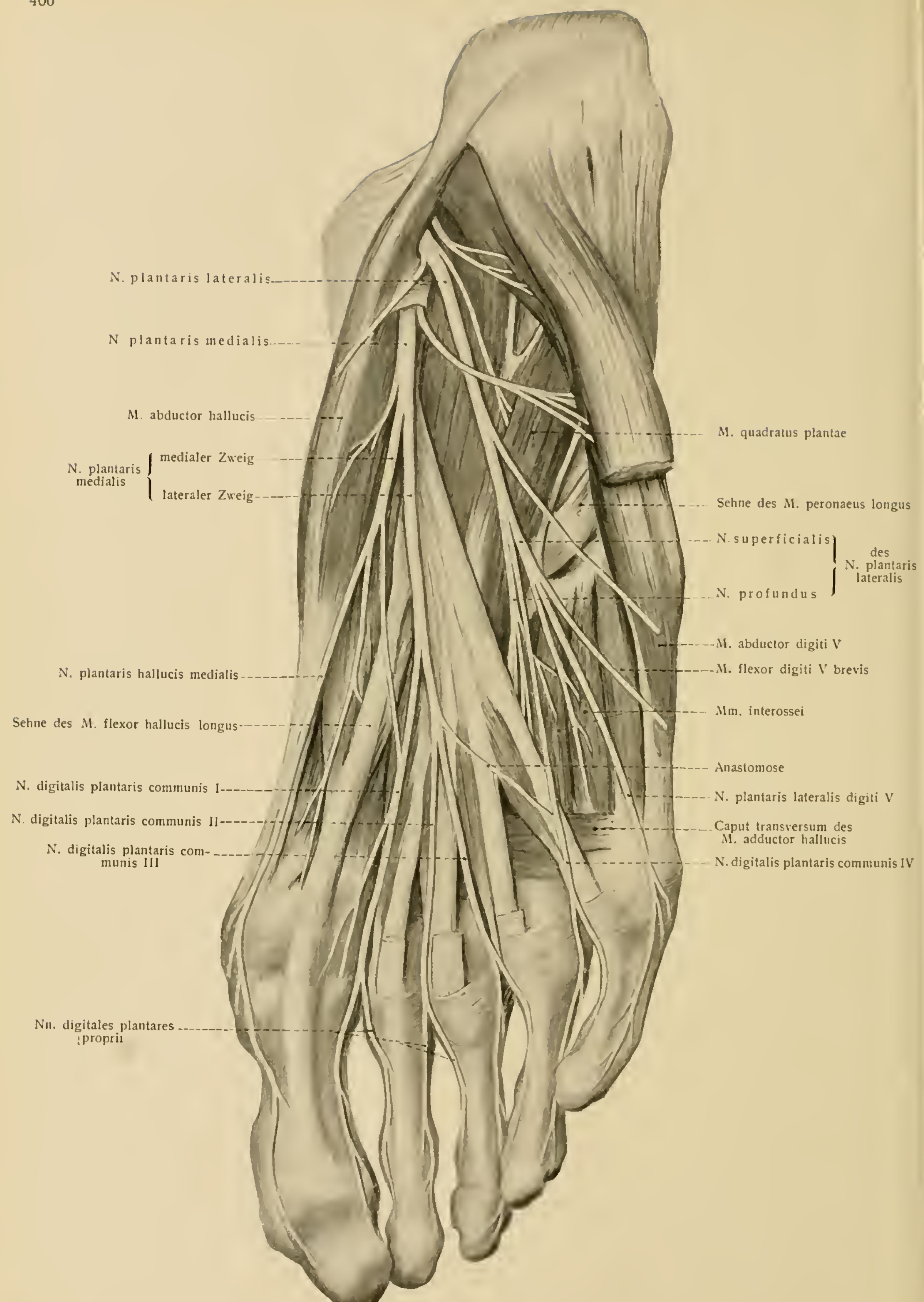


Fig. 364. Tiefe Nerven der (rechten) Fußsohle (1/1).
Der M. flexor digitorum brevis ist zum Teil entfernt; sein Ursprungsteil ist zur Seite gelegt.

β. N. interosseus cruris (Fischer, Halbertsma) verläuft anfangs auf der Membrana interossea, dringt später zwischen zwei Lamellen dieser Membran und gelangt so bis in die Nähe ihres distalen Endes. Hier wird er wieder oberflächlich und versorgt das benachbarte Periost der Tibia und die Syndesmosis tibiofibularis. Vom Anfangsstück des Nerven entstehen feine Zweige für die A. tibialis posterior und anterior, sowie für das Tibiofibulargelenk.

g) Rami articulares (1—2) für das Fußgelenk.

h) Gefäßnerven für die A. tibialis posterior.

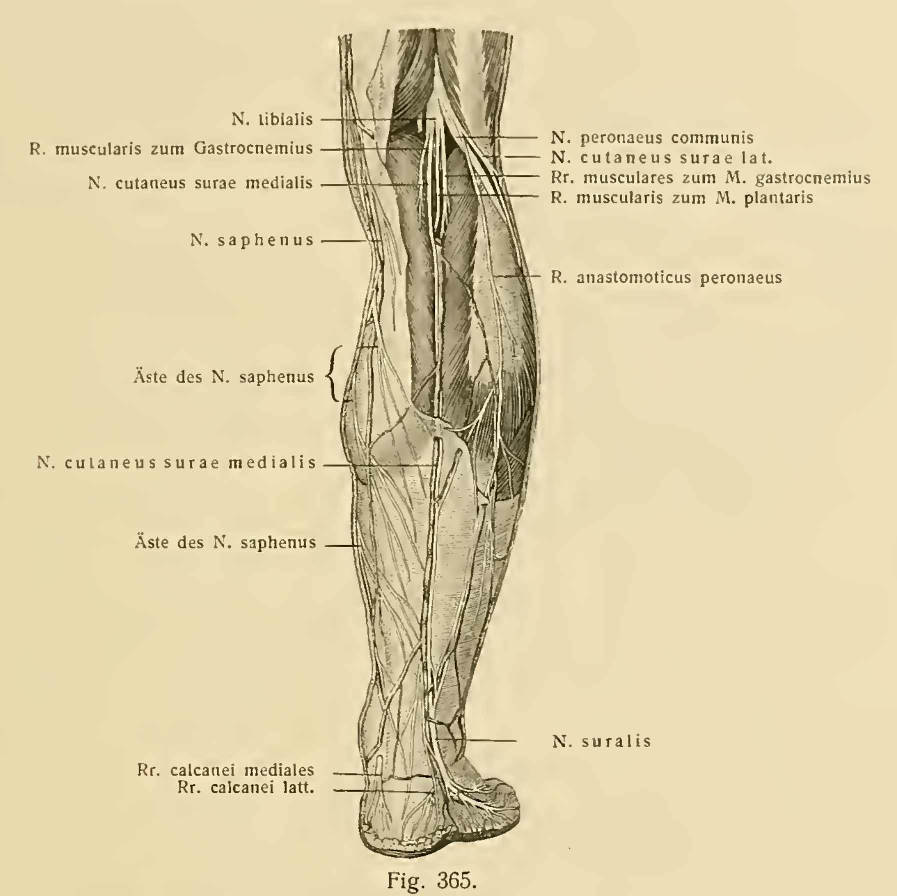


Fig. 365.

Hintere Hautnerven des Unterschenkels. (Hirschfeld und Leveillé.) 1:5.
In der proximalen Hälfte ist die Fascia cruris entfernt.

i) ***Rami calcanei mediales,*** zur Haut an der medialen Seite der Ferse und am hinteren Teil der Fußsohle. Fig. 365.

Die beiden Endzweige des N. tibialis sind: N. plantaris medialis und lateralis.

1. N. plantaris medialis. Fig. 364.

Er ist der stärkere der beiden Endzweige und entspricht dem N. medianus der Hand. In einem vom Lig. laciniatum überbrückten Kanal, gedeckt vom M. abductor hallucis, gelangt er zur Fußsohle, tritt darauf in den Zwischenraum zwischen dem M. flexor hallucis brevis und M. flexor digitorum brevis und teilt sich in einen medialen und einen lateralen Endzweig.

Bis dahin gehen aus ihm hervor:

Rami musculares für den M. abductor hallucis und für den M. flexor digitorum brevis.

a) Der mediale Endzweig läuft entlang der lateralen Seite des M. abductor hallucis nach vorn, versorgt die Haut des medialen Fußrandes, gibt dem medialen Kopfe des M. flexor hallucis brevis einen Ast und endigt als N. plantaris hallucis medialis in der Haut der medialen Seite der großen Zehe.

b) Der laterale Endzweig, etwas stärker als der vorige, liegt zwischen dem vorderen Teil des M. flexor digitorum brevis und der Aponeurosis plantaris. Aus ihm gehen drei Nerven hervor, die ***Nn. digitales plantares communes I—III.*** Am distalen Ende jedes Spatium interosseum spalten sie sich in zwei ***Nn. digitales plantares proprii*** für die einander zugewendeten Seiten der 1. bis 4. Zehe. Der N. digitalis communis III nimmt häufig einen Verbindungsfaden aus dem N. plantaris lateralis auf. Die beiden ersten gemeinsamen Zehennerven entsenden die Nn. lumbricales I und II.

2. *N. plantaris lateralis.* Fig. 364.

Er entspricht dem N. ulnaris der Hand, zieht zwischen dem M. quadratus plantae und M. flexor digitorum brevis mit der A. plantaris lateralis bogenförmig lateralwärts und vorwärts. In dem Zwischenraume zwischen dem M. quadratus plantae und M. abductor digiti minimi zerfällt er in einen Ramus superficialis und profundus.

Vor dieser Endteilung gehen aus ihm hervor:

Rami musculares für den M. abductor digiti minimi und für den M. quadratus plantae.

a) Ramus superficialis. Fig. 364.

Er verbindet sich mit dem N. plantaris medialis und teilt sich in den N. plantaris lateralis digiti quinti für die laterale Seite der fünften Zehe und in den N. digitalis plantaris communis IV, der sich in die beiden Nerven für die zugewendeten Seiten der 4. und 5. Zehe teilt. Der laterale Nerv der kleinen Zehe versorgt meist auch die Mm. flexor und opponens digiti quinti, sowie die Interossei des Spatium IV; in anderen Fällen übernimmt der Ramus profundus diese Versorgung. Der N. plantaris digitalis communis IV entsendet auch die Nn. lumbricales III und IV.

b) Ramus profundus. Fig. 364.

Er dringt in einem vorwärts und lateralwärts konvexen Bogen mit dem Arcus plantaris in den Zwischenraum zwischen den Mm. interossei und dem M. adductor hallucis. Vom konvexen Rande gehen die Nerven für die Mm. interossei der drei ersten Spatia interossea ab. Außerdem werden die beiden Köpfe des M. adductor hallucis und der laterale Kopf des M. flexor hallucis brevis von ihm versorgt. Von seinem Anfangsteil geht häufig der Nerv für die Mm. flexor und opponens digiti quinti und für die beiden Interossei des Spatium IV aus.

Sämtliche Variationen im Hautnervensystem der unteren Extremität der Anthropoiden und des Menschen zeigen etwas Gesetzmäßiges, wie L. Bolk nachwies; es sind Äußerungen eines und desselben Vorganges, welcher sich nach B. folgendermaßen formulieren läßt: „Die Unterschiede in der Ausbreitungsweise der Hautnerven der unteren Extremität bei den Anthropoiden und dem Menschen sind die Folge davon, daß Nervenfasern allmählich den ursprünglich mehr proximal gelagerten Nervenbahnen entnommen werden, um distalen Bahnstrecken (bei dem Menschen) beigefügt zu werden."

Bardeen, Ch. R. and Elting, A. W., A Statistical Study of the Variations in the Formation

and Position of the Lumbo-sacral Plexus in Man. Anat. Anz. XIX, 1901. — Bolk, L., Beitrag zur Neurologie der unteren Extremität der Primaten. Morph. Jahrb., Bd. XXV, 1897.

5. Das Schamgeflecht, *Plexus pudendus*. Fig. 366, 367.

Der Plexus pudendus stammt hauptsächlich vom SIII und SIV ab und ist durch deutliche geflechtartige Anordnung seiner Bestandteile gekennzeichnet. Er liegt abwärts vom unteren Rande des M. piriformis, auf der vorderen, sehnig glänzenden Fläche des M. coccygeus.

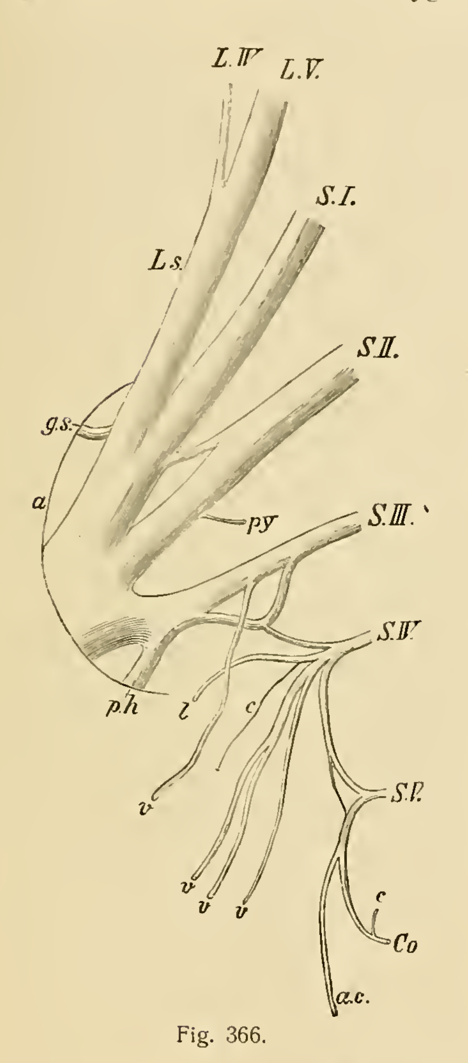


Fig. 366.

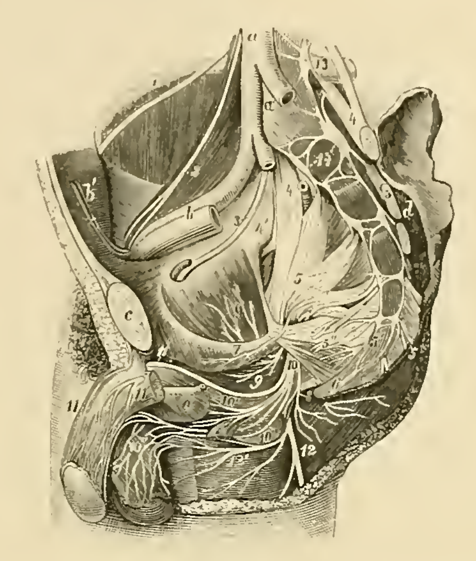


Fig. 367.

Fig. 367. **Innenseite der rechten Hälfte eines männlichen Beckens, mit den Nervenverzweigungen.** (Hirschfeld und Leveillé.) 1:4.
Die linke Wand ist hinten bis zur Kreuzdarmbeinverbindung und vorn bis zur Schambeinfuge entfernt; die Eingeweide, samt unterem Teil des Levator ani, sind weggenommen. *a* Bauchaorta; *a'* Aa. iliacae communes; *b* Vasa iliaca externa dextra; *c* Symphysis; *d* durchschnittener M. piriformis; *e* Bulbus urethrae, hinter dem durchschnittenen Crus penis; 1 N. cutaneus femoris lateralis; 2 N. genitofemoralis auf dem M. psoas; 3 N. obturatorius; 4, 4 Truncus lumbosacralis; 4' N. glutaeus superior; 5 Plexus sacralis; 5' N. sacralis quintus; 5" Rami viscerales; 6 N. coccygeus; 7 N. musculi levatoris ani; 8 N. anococcygeus; 9 N. musculi obturatoris interni; 10 N. pudendus; 10' Nn. perineales; 10" Nn. scrotales; 11, 11' Nn. dorsales penis dexter et sinister; 12 N. cutaneus femoris posterior; 12' dessen Rr. perineales; 13 unterer Bauchknoten des Sympathicus; 14 oberer Sakralknoten des Grenzstranges; die übrigen Beckenknoten sind samt ihren Verbindungen beiderseits dargestellt; sie endigen zwischen 5' und 6 mit dem Ganglion coccygeum.

Fig. 366. **Plexus sacralis, pudendus und coccygeus.**
L, IV, V vierter und fünfter Lendennerv; *Ls* Truncus lumbosacralis; *S. I—V* die fünf Sakralnerven; *Co* N. coccygeus; *c'* seine Verbindung mit dem Grenzstrange; *a* Rand des Foramen ischiadicum majus; *gs* N. glutaeus superior; *py* Nerv für den M. piriformis; *ph* N. pudendus; *l* Nerv für den M. levator ani; *v, v, v, v* Rami viscerales; *c* Nerv des M. coccygeus; *ac* N. anococcygeus.

a) *Verbindungen.* Fig. 366.

Durch einen vor dem M. coccygeus herabziehenden Zweig von SIV hängt er mit SV und dadurch mit dem Plexus coccygeus zusammen. Aufwärts ist er durch den oberen Teil von SIV mit dem Plexus sacralis verbunden. Die

dritte Art von Verbindung wird durch Rami communicantes mit dem Sympathicus hergestellt.

b) *Äste.* Fig. 356, 366—369.

Vom Plexus pudendus gehen parietale und viscerale Nerven aus. Erstere sind für die Wände des unteren Rumpfendes, letztere für Beckeneingeweide bestimmt.

1. N. pudendus. Fig. 356, 366—369.

Er bezieht seine Fasern größtenteils aus SIII, zum kleineren Teil aus SIV; zuweilen mischen sich Fasern aus SII bei. Der Nerv ist abgeplattet und besteht aus stark verflochtenen, locker vereinigten Bündeln. Er verläßt das Becken unterhalb des M. piriformis, wendet sich aber alsbald um die Spina ischiadica und gelangt durch das Foramen ischiadicum minus an die laterale Wand der Fossa ischiorectalis, von welcher er durch die Fascia obturatoria abgeschlossen wird. Hier teilt sich der Nerv in seine drei Endäste.

Schon zuvor, und zwar beim Austritt aus der Beckenhöhle gibt der Stamm den ***N. perforans ligamentum sacrotuberosum*** ab, welcher das Ligamentum sacrotuberosum zu durchbohren pflegt, darauf zur Gegend des Tuber ischiadicum herabzieht, sich um den M. glutaeus maximus auf dessen Außenfläche begibt und sich in der hier befindlichen Haut ausbreitet.

Die drei Endäste des N. pudendus sind:

a) N. haemorrhoidalis inferior. Fig. 368, 369.

Entspringt öfters schon vor dem Eintritt in das Foramen ischiadicum minus und strahlt mit seinen Fäden medianwärts und vorwärts zur Haut der Analgegend und zum Sphincter ani externus aus.

b) N. perinei. Dammnerv. Fig. 368, 369.

Er verläuft lateralwärts und gibt folgende Zweige ab:

α. N. perinei lateralis. Er wendet sich zum Ursprunge des M. ischiocavernosus, dem er zuweilen einen Ast schickt, und versorgt die Haut der lateralen Dammgegend, wobei er häufig etwas auf die mediale Schenkelfläche übergreift.

β. Nn. perinei mediales, meist zwei Stämmchen, welche ihre Hauptausbreitung in der Haut des Scrotum (der Labia majora) haben; ihre Endäste werden daher auch ***Nn. scrotales (labiales) posteriores*** genannt.

γ. Rami musculares. Sie entspringen häufig aus einem gemeinsamen Stämmchen, treten über und durch den M. transversus perinei superficialis auf die Oberfläche des Diaphragma urogenitale, versorgen von hier aus den genannten Muskel, den vorderen Teil des Sphincter ani externus, die Mm. bulbo- und ischio-cavernosus. Ein Faden dringt in den Bulbus ein (mit der A. bulbi urethrae) und gelangt zur Schleimhaut der Urethra.

c) N. dorsalis penis (clitoridis). Fig. 368.

Er ist der am tiefsten gelegene Endzweig des Stammes, verläuft mit der A. penis längs der inneren Seite des Ramus inf. ossis ischii und des Ramus inf. ossis pubis durch das Diaphragma urogenitale, versorgt von hier aus den M. transversus perinei profundus und Sphincter urogenitalis, durchbricht das Diaphragma urogenitale und betritt lateral vom Lig. suspensorium den Penis-

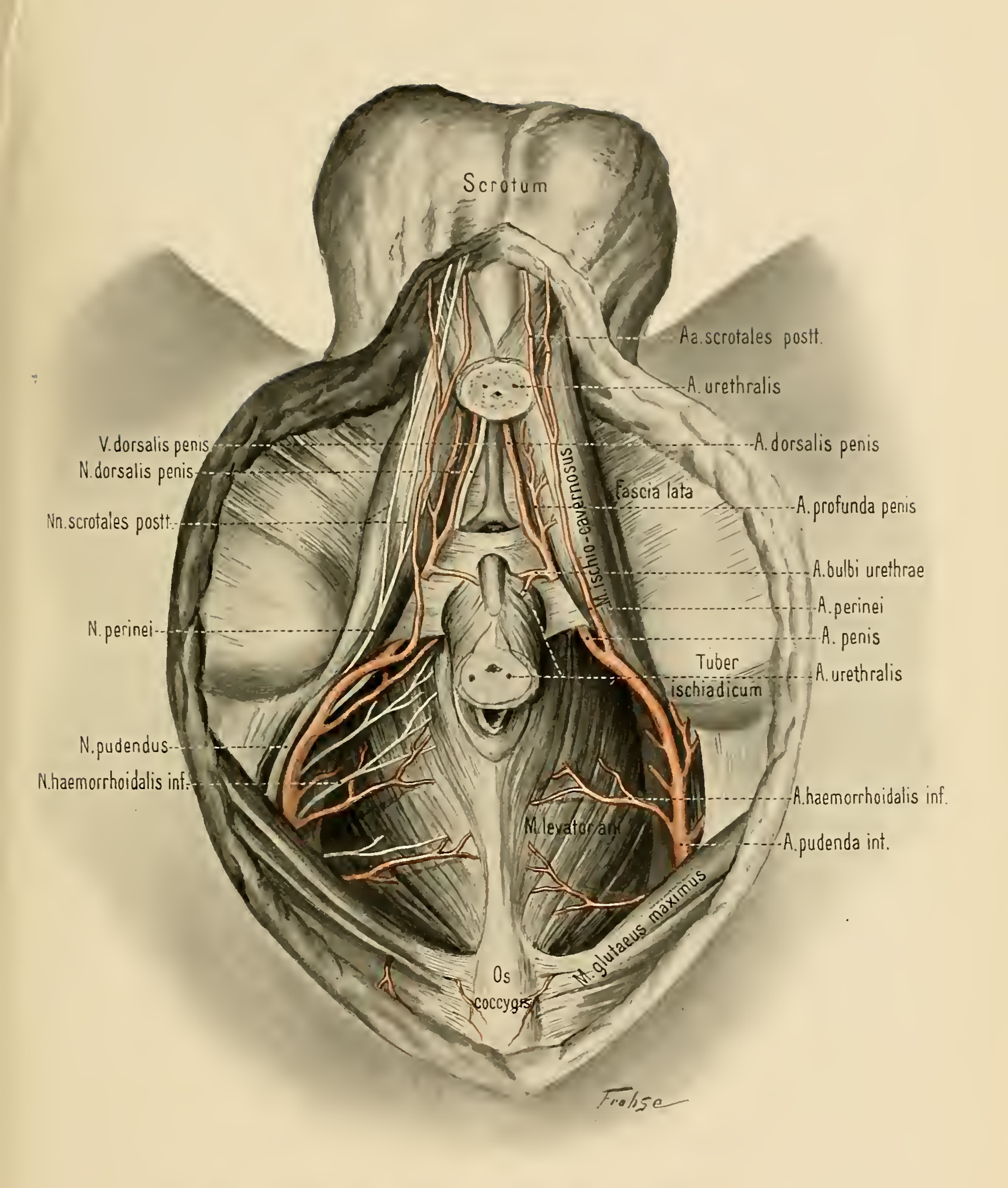


Fig. 368. Nerven und Arterien der männlichen Dammgegend ($^1/_1$).
Auf der linken Seite sind nur die Arterien dargestellt.

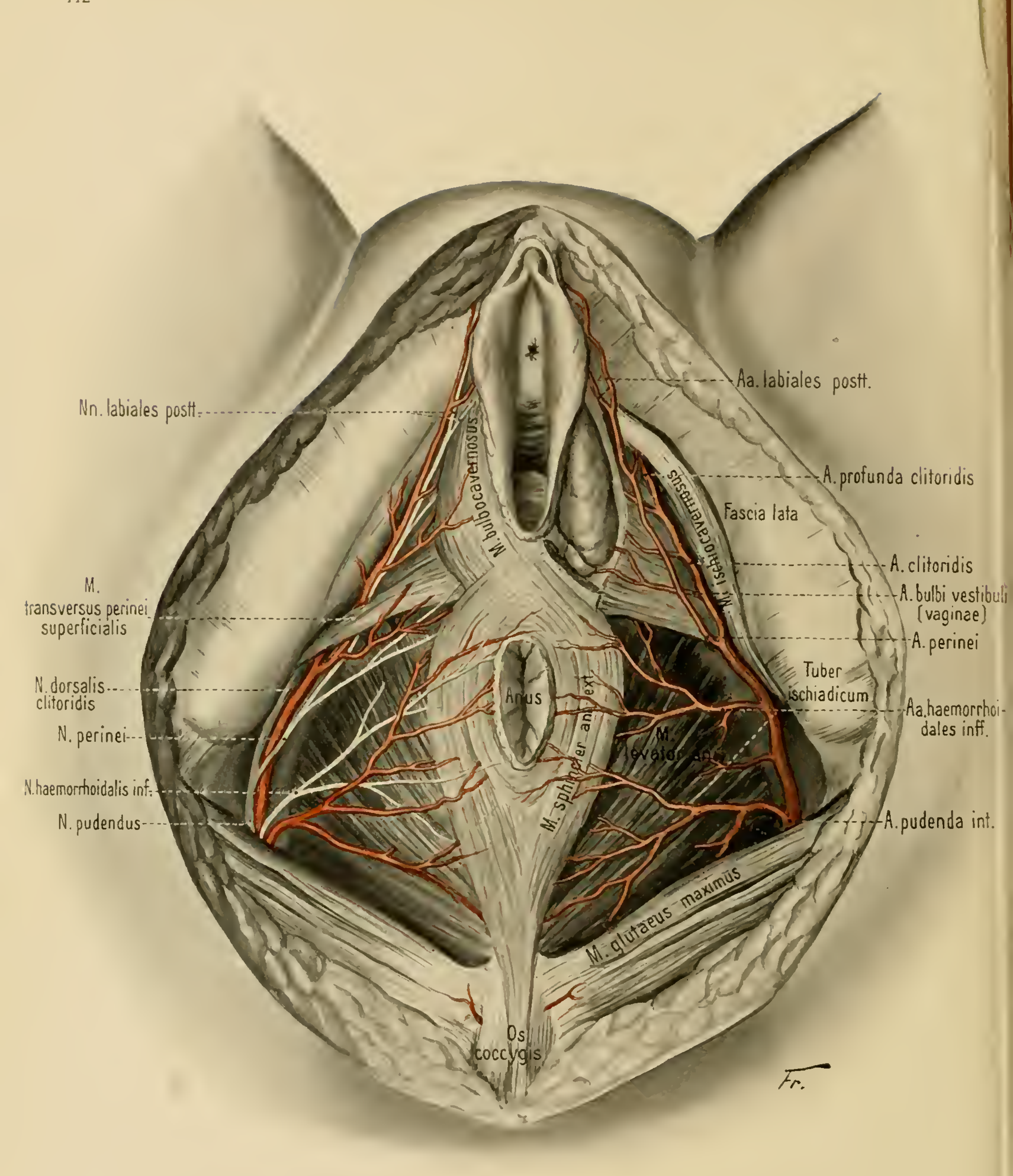


Fig. 369. Nerven und Arterien der weiblichen Dammgegend (1/1).
Auf der linken Seite sind nur die Arterien dargestellt.

rücken (Dorsum clitoridis). Auf dem Rücken des Gliedes nach vorn ziehend, gibt er 8—10 seitliche Äste zur Haut desselben ab, einige andere in das Corpus cavernosum penis, und endigt mit 4—5 starken Fäden, welche zur Eichel ziehen. Letztere können als besonderer Ast, Ramus glandis, von den übrigen getrennt sein.

2. Rami musculares.

Für den Levator ani und Coccygeus. Sie entspringen bald gemeinsam, bald getrennt.

3. Nn. haemorrhoidales medii, vesciales inferiores et vaginales.

4—5 an Zahl, gelangen sie teils unmittelbar zu den durch ihren Namen bezeichneten Organen des Beckens, teils verbinden sie sich mit dem Sympathicus.

6. Steißbeingeflecht. Plexus coccygeus. Fig. 366, 367.

Der kleine Plexus coccygeus besteht aus einem Teil von SV und CoI. Oben hängt er mit dem Plexus pudendus zusammen. Kurze Fäden verbinden den Plexus coccygeus mit dem Endstücke des Sympathicus, d. h. mit dem vierten oder fünften Ganglion sacrale und dem Ganglion coccygeum.

Aus der Ansa sacrococcygea oder auch aus SV selbst entspringt der *N. anococcygeus,* welcher an der vorderen Fläche des M. coccygeus herabsteigt, hierauf zwischen ihm und dem Levator ani zur dorsalen Seite dringt und hinten lateral von der Steißbeinspitze unter der Haut zutage tritt. Er verbindet sich hier mit einem Faden des Ramus posterior nervi coccygei und endigt mit einer Anzahl von Fäden (Nn. anococcygei) in der zwischen dem Anus und dem Steißbein gelegenen Haut, während die Äste des N. coccygeus dorsalwärts verlaufen und die Haut auf der dorsalen Fläche des Steißbeines selbst versorgen helfen (Henle).

Nach C. Krause werden von den Nn. anococcygei auch an den M. coccygeus und an den hinteren Teil des Levator ani Fäden abgegeben, was nach Eisler und Schumacher nicht der Fall ist.

Eisler, Der Plexus lumbosacralis d. Menschen, Abh. naturf. Ges. Halle, 17. Bd., 1892. — S. von Schumacher, Über die Nerven des Schwanzes usw., Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Bd. 114, Abt. III, 1905.

D. Rami communicantes. Fig. 370, 371.

Das einfachste Verhalten zeigen die Rami communicantes im Gebiet der Brustnerven. Der Ramus communicans verläßt den N. thoracalis entweder gegenüber dem Abgange des Ramus posterior, oder unmittelbar ventral neben demselben, wendet sich darauf unter spitzem Winkel medianwärts, abwärts und vorwärts und senkt sich in den lateralen Rand des benachbarten Ganglion des sympathischen Grenzstranges ein, sehr selten in den Ramus superior oder inferior des Ganglion.

Der R. communicans ist entweder einfach, oder in zwei, manchmal drei Fäden geteilt, welche parallel nebeneinander liegen oder am spinalen Stamme in Abständen entspringen und gegen das Grenzstrangganglion konvergieren. Ein umgekehrtes Auseinanderweichen tritt ein, wenn die Fäden eines Ramus communicans zu zwei verschiedenen Grenzstrangganglien sich begeben.

Die Rami communicantes der Halsnerven sind nach Zahl und Verbindung etwas größerem Wechsel unterworfen. Dies wird wesentlich hervorgebracht durch die verschiedene Länge des Ganglion cervicale superius n. sympathici, oder durch das Fehlen des Ganglion cervicale medium. Hiermit hängt es zusammen, daß die Rami communicantes der beiden oberen und der beiden unteren Halsnerven die regelmäßigste Anordnung zeigen.

Der Ramus communicans des ersten Halsnerven geht unmittelbar aus dem Ramus anterior oder aus der Ansa cervicalis prima, oder aus der Schlinge seines Ramus anterior zum N. hypoglossus hervor.

Der Ramus communicans des zweiten Halsnerven pflegt aus dessen Ramus anterior zu kommen. Die Rami communicantes der beiden ersten Halsnerven begeben sich zum Ganglion cervicale superius.

Die Rami communicantes des dritten und vierten Halsnerven entspringen bald unmittelbar aus den Rami anteriores, bald aus den Ansae. Sie gelangen bald auf, bald unter den tiefen Halsmuskeln zum Grenzstrange. Der dritte Ramus communicans gesellt sich ebenfalls zum Ganglion cervicale superius, einem Verschmelzungserzeugnisse mehrerer, nämlich von mindestens vier Ganglien. Ebenso verhält sich der vierte; oder er tritt, wie der fünfte und sechste, zum Ganglion cervicale medium, wenn ein solches vorhanden ist; oder der vierte legt sich, wie der fünfte und sechste, wenn das Ganglion medium fehlt, an den zwischen dem oberen und unteren sympathischen Halsganglion befindlichen Verbindungsstrang dieser beiden Ganglien an.

Der siebente und achte Ramus communicans treten zum unteren Halsganglion des Sympathicus. Das Gleiche ist auch schon vom sechsten beobachtet worden.

Die Rami communicantes der Lendennerven sind lang; sie haben von den Foramina intervertebralia bis zur Vorderfläche der Bauchwirbel einen langen Weg zurückzulegen. Sie nehmen diesen Weg in querer oder sanft aufsteigender Richtung, unter oder zwischen den Bündeln des M. psoas, und kommen darauf in den vertikalen Spalten zum Vorschein, welche zwischen der Vorderfläche der Wirbelkörper und den medialen Sehnenbögen des Psoas sich ausspannen. Sie sind gewöhnlich doppelt und häufig so angeordnet, daß ein und dasselbe Ganglion sich mit zwei verschiedenen Lendennerven verbindet; aber auch der andere Fall kommt vor, daß ein Ramus communicans seine Fäden auf zwei benachbarte Ganglien verteilt.

Das letztere gilt auch von den Rami communicantes der Kreuznerven. Sie sind häufig doppelt, immer aber kurz, entspringen sofort beim Austritt der Rami anteriores aus den Foramina sacralia anteriora und wenden sich medianwärts zu den benachbarten Grenzganglien, indem sie die A. sacralis lateralis überschreiten.

Was das innere Wesen der Rami betrifft, so verknüpfen dieselben im allgemeinen Sinne das spinale oder cerebrospinale System mit dem sympathischen. Auch bei den Gehirnnerven sind Rami communicantes reichlich vorhanden. Die Rami communicantes werden gewöhnlich als Wurzeln des Sympathicus bezeichnet, um dadurch die Art der Verknüpfung beider Systeme genauer zu bestimmen. Mit dieser Bezeichnung soll vor allem ausgedrückt werden, daß die Rami communicantes dem Grenzstrange cerebrospinale Fasern zuführen. So verhält es sich auch tatsächlich; es werden dem Grenzstrange durch die Rami communi-

Fig. 370.

Fig. 370. **Rückenmark, oben in Verbindung mit Medulla oblongata und Brücke.**

V fünfter, *XII* zwölfter Hirnnerv; *C*1 erster Halsnerv; *C*2—8 zweiter bis achter Halsnerv; *D*1—12 erster bis zwölfter Brustnerv; *L*1—5 erster bis fünfter Lumbalnerv; *S*1—5 erster bis fünfter Sakralnerv; 6 Steißbeinnerv; *x*, *x* Filum terminale des Rückenmarkes. Von den Wurzeln *L*1 bis *x* Cauda equina; *Rr* Plexus brachialis; *Cr* Nervus femoralis; *Sc* Nervus ischiadicus; *O* Nervus obturatorius. Die Anschwellungen, an denen die Zahlen *L*3, 4, 5 stehen, bedeuten Spinalganglien. — In der linken Seite der Figur ist der Grenzstrang des Sympathicus dargestellt. *a* bis *ss* seine Ganglien; *a* oberes Halsganglion; *b* und *c* mittleres und unteres Halsganglion; *d* erstes, *d'* letztes Brustganglion; *e* erstes Lumbalganglion; *ss* oberstes Sakralganglion.

cantes sowohl motorische als auch sensible Fasern zugeführt. Diese beiden Faserarten entstammen nachgewiesener Maßen den beiden Wurzeln der cerebrospinalen Nerven. Hiermit ist jedoch die Aufgabe der Rami communicantes noch nicht erschöpft. Eine zweite Aufgabe besteht darin, dem cerebrospinalen System sympathische Fasern zuzuführen. Der Ramus communicans ist seiner doppelten Aufgabe entsprechend teils cerebrospinaler Ast, teils Ast des Sympathicus und sein Zentrum im letzteren Falle das Ganglion sympathicum. Die Fasern dieses Astes werden in die Peripherie des spinalen Nerven übergeführt, hauptsächlich in die Peripherie des Ramus anterior, welcher der mächtigste der vier Äste des spinalen Nerven ist und das umfangreichste Gebiet beherrscht. Aber auch in den Ramus posterior und in den Ramus meningeus gelangen sympathische Fasern; in großen Massen schließen sich letztere endlich der gesamten peripheren Ausbreitung des Ramus communicans in den Eingeweiden und Gefäßen an.

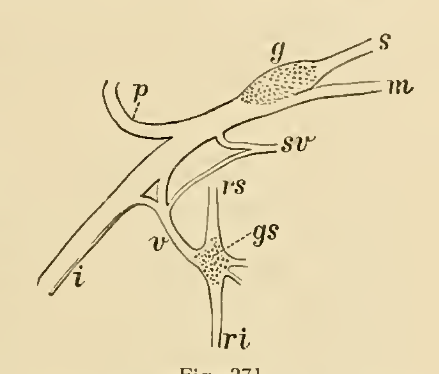


Fig. 371.
Schema des Spinalnerventypus.
s sensible und *m* motorische Wurzel; *g* Ganglion spinale; *p* Ramus posterior des gemeinschaftlichen Stammes; *i* Ramus anterior desselben; *v* Ramus communicans zum Sympathicus; *rs* Ramus interganglfiaris superior; *ri* Ramus interganglfiaris inferior; *sv* Nervus meningeus zum Wirbelkanal.

Im einfachsten Falle sind beide Faserarten, Fibrae cerebrospinales und Fibrae sympathicae, in einem und demselben Ramus communicans enthalten. So verhält es sich nach Bidder und Volkmann im vorderen Teil des Sympathicus des Frosches. Der Ramus communicans erscheint dann um so weißer, je mehr markhaltige spinale Fasern er enthält; er erscheint um so grauer, je mehr graue Fasern er einschließt.

An vielen Stellen des Körpers sind aber, wie oben erwähnt, für jeden Spinalnerven zwei oder auch drei Rami communicantes vorhanden. Von jenen zweien pflegt der eine vorzugsweise markhaltige spinale, der andere besonders graue Fasern aus dem Sympathicus zu enthalten. Jener erscheint dann weiß von Ansehen, R. communicans albus, dieser grau, R. communicans griseus. Meist aber sind in jedem der beiden Stränge Fasern beider Arten gemischt.

Hasse, C., Handatlas der sens. und mot. Gebiete der Hirn- und Rückenmarknerven. Wiesbaden. 2. Auflage.

Bau der cerebrospinalen Nerven und Ganglien.

a) Nervenstämme und Nervenwurzeln.

Die cerebrospinalen Nerven bestehen in überwiegender Menge aus markhaltigen, mit Schwannscher Scheide versehenen Nervenfasern und erscheinen in auffallendem Lichte weiß. Den markhaltigen Nervenfasern sind teils vereinzelte, teils in kleine Bündel zusammengefaßte marklose (Remaksche) Fasern beigemischt. Die Bündel der cerebrospinalen Nerven werden umhüllt und durchsetzt von reichlichem Bindegewebe, welches in besonderer Weise angeordnet ist. In den Nervenwurzeln anfangs noch spärlich und eine Fortsetzung der Pia bildend, wird es in den austretenden Nervenwurzeln reichlicher, indem sich denselben die Arachnoidea- und Durascheide, als Fortsetzung der Arachnoidea und Dura, umhüllend anschließt. So haben die Nerven anfänglich dieselben Hüllen wie das Rückenmark und Gehirn; vor dem Spinalganglion aber fließen die drei Scheiden, indem sie reichliche Verbindungen miteinander eingehen, zusammen; die Dura erfährt eine Auflockerung, nimmt Fetträubchen auf und es verliert sich die scharfe Abgrenzung sowohl nach außen als nach innen.

Über die Anordnung der Nervenfasern und des Bindegewebes im peripherischen Nerven siehe S. 12 unter Organstruktur der peripherischen Nerven.

Hier seien nur noch folgende Einzelheiten nachgetragen:

Die Dicke des Epineurium und der Perineuralscheiden nimmt nach der Peripherie hin allmählich ab, indem die einzelnen Bündel früher oder später aus dem Verbande ausscheiden. Meist haben letztere dann nur noch eine Perineuralscheide. Die aus dem Stämmchen endlich einzeln sich abzweigenden Nervenfasern werden noch von einer dünnen endothelialen Fortsetzung der Perineural-

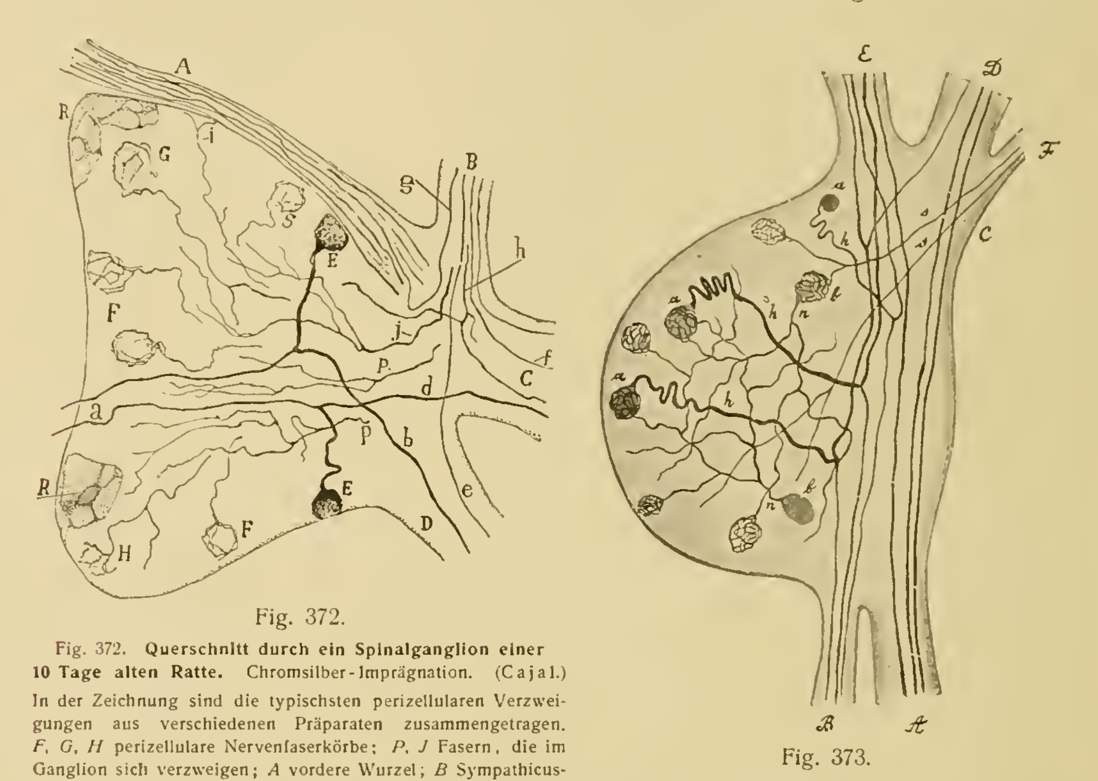


Fig. 372. **Querschnitt durch ein Spinalganglion einer 10 Tage alten Ratte.** Chromsilber-Imprägnation. (Cajal.) In der Zeichnung sind die typischsten perizellularen Verzweigungen aus verschiedenen Präparaten zusammengetragen. *F, G, H* perizellulare Nervenfaserkörbe; *P, J* Fasern, die im Ganglion sich verzweigen; *A* vordere Wurzel; *B* Sympathicuswurzel (Ramus communicans); *C* vorderer Spinalast; *D* hinterer Spinalast; *E* Spinalganglienzellen.

Fig. 373. **Schema der gegenseitigen Beziehungen der Elemente, aus welchen ein Spinalganglion besteht.** *A* und *B* vordere und hintere Wurzel; *C* Spinalnerv; *D* und *E* vorderer und hinterer Ast des Spinalnerven; *F* Sympathicuswurzel (Ramus communicans); *a* und *b* Spinalganglienzellen von verschiedenem Typus; *h* Hauptausläufer der Zellen vom 1. Typus, die sich in periphere und zentrale Fasern teilen; *n* Nervenfortsätze der Zellen vom 2. Typus, die als perizellulare Geflechte um die Zellen vom 1. Typus endigen. (A. S. Dogiel, 1896.)

lamelle umhüllt. Diese Hülle nannte Ranvier die Henlesche Scheide. Der zwischen ihr und der Schwannschen Scheide befindliche enge Raum ist ein injizierbarer Lymphraum und hängt mit dem übrigen Lymphsystem der Nerven unmittelbar zusammen.

Die Blutgefäße der peripheren Nerven, kleine Arterien und Venen, folgen der Längsrichtung des Nerven und liegen zunächst im Epineurium. Weiterhin treten zahlreiche feine Gefäße durch die Perineuralscheiden hindurch in das Innere der sekundären Bündel, wo sie in ein zierliches Kapillarnetz mit langgestreckten Maschen übergehen. Die kleinen Arterien werden von feinen Gefäßnerven (Nervi nervorum) begleitet (W. Krause).

Die Nervenwurzeln behalten in zentraler Richtung ihre Schwannschen

Scheiden bis zum Eintritt in das Rückenmark. Hier tritt an Stelle der Schwannschen Scheide die Neuroglia (Ranvier).

b) Spinalganglien. Fig. 372—374.

Die Spinalganglien bestehen aus Ganglienzellen und Nervenfasern, als wesentlichen Gebilden; hierzu kommen noch Bindegewebe, Blut- und Lymphgefäße. Die Ganglienzellen sind zum überwiegenden Teil pseudounipolar, doch sind Fälle bekannt, in welchen von einer umschriebenen Stelle der Zelle oder von verschiedenen Stellen mehrere Ausläufer abgehen (s. oben S. 48). Wie Ranvier fand, zeichnet sich der gewöhnlich vorhandene einfache Fortsatz dadurch aus, daß er nach erhaltener Markscheide sich früher oder später in zwei Fortsätze teilt. Der eine dieser Fortsätze zieht zur Peripherie, der andere zentralwärts. Der einfache Ausläufer der Spinalganglienzellen vereinigt sich nach Gewinnung der Markscheide scheinbar mit einer anderen markhaltigen Nervenfaser. Diese Vereinigung ergibt sich aber bei genauerer Untersuchung als eine Teilung des Zellenausläufers, indem sein Axenzylinder sich in zwei Arme spaltet, von welchen je einer zum Axenzylinder der beiden Teilungsfasern wird. Wichtig ist die Erfahrung, daß bei Fischen die Spinalganglienzellen gegenständig bipolar sind; beim Neunauge (Petromyzon) aber kommen bipolare und unipolare Fortsätze jener Art vor, die sich nachträglich teilen. So schlägt Petromyzon hierin eine Brücke zwischen den übrigen Fischen und den höheren Wirbeltieren (Freud). Übrigens liegen im Ganglion acusticum der höheren Vertebraten Verhältnisse vor, welche denjenigen der Fische ganz entsprechen und hiernach als ursprüngliche zu deuten sind; denn die Acusticusganglien bestehen aus bipolaren Nervenzellen. Beim Embryo der höheren Vertebraten sind alle Spinalganglienzellen des späteren pseudounipolaren Typus bipolar.

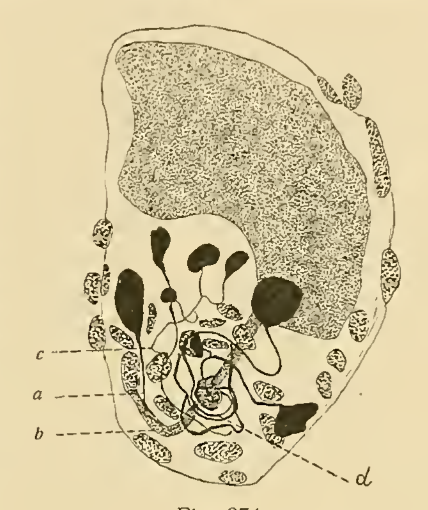


Fig. 374.
Spinalganglienzelle von Rana.
a Faser, die in Endscheiben endigt; *b* Nervenfortsatz; *c* sekundäre Zweige; *d* Spiralfaser.
(C. Huber, 1896.)

Auf dieses eigentümliche Verhältnis hat schon vor Jahren W. His die Aufmerksamkeit gelenkt. Man beachte in dieser Hinsicht das Ganglion spinale der Fig. 75 (S. 49), die ein Beispiel abgibt für alle höheren Wirbeltiere. Durch besondere Wachstumsvorgänge wandeln sich die Bipolarzellen in pseudounipolare Form um. Der periphere Ausläufer wächst weiter in die Peripherie hinaus, der zentrale aber in das Rückenmark oder Gehirn, seinem Endkerne (Nucleus terminalis) entgegen. Fig. 79.

Über „durchtretende Fasern" des Ganglion siehe S. 50.

Über den feineren Bau der Spinalganglienzellen siehe oben S. 48, die Figg. 17, 76 sowie Allg. Teil, Figg. 193—200.

Mit dem Bisherigen sind die Besonderheiten der spinalen Ganglien indessen noch nicht erschöpft. Denn die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß zwischen dem Zellprotoplasma und der Endothelscheide der Ganglienzelle noch eine sehr feine perizellulare Verzweigung gelegen ist, die mit einer Fremdfaser zusammenhängt (Fig. 372—374). Dies weist darauf hin, daß jede

Zelle eines Ganglion außer durch die peripheren Empfindungsreize auch noch von anderen Nervenzellen her beeinflußt werden kann. Die bisherigen Erfahrungen scheinen dafür zu sprechen, daß Zellen des sympathischen Systemes es sind, welche jene Fremdfasern liefern. Es dringen nämlich, wie Cajál genauer ausführte, in die Spinalganglien der Wirbeltiere Nervenfasern ein, welche man durch die Rami communicantes unmittelbar bis zu einem sympathischen Ganglion verfolgen kann. Es sind starke Fasern, die im Spinalganglion drei oder mehr Zweige abgeben; letztere scheinen es zu sein, die mit den genannten perizellularen Verzweigungen zusammenhängen. Einige von den Zweigen dringen sogar in die vordere Wurzel ein und scheinen frei im Rückenmark zu endigen. Ebenso wie Spinalganglien verhalten sich in dieser Hinsicht die spinalartigen Ganglien des Vagus, Glossopharyngeus, Facialis, Trigeminus usw.

Den Beobachtungen von A. S. Dogiel zufolge liegen die Dinge in den Spinalganglien noch verwickelter, indem in ihnen außer gewöhnlichen pseudounipolaren Zellen auch Assoziationszellen vorzukommen scheinen, Zellen des sogen. II. Golgischen Typus (siehe Fig. 373 b, b). Diese würden eingeschaltet sein zwischen den Zellen des sympathischen Ganglion und den pseudounipolaren Zellen des Spinalganglion.

Die Spinalganglien, ebenso das Ganglion jugulare n. vagi besitzen ferner, wie Dogiel findet (1898), ihnen eigentümliche sensible Nervenapparate. Es sind in diesen Ganglien besondere Nervenzellen enthalten, die sich von den gewöhnlichen Spinalganglienzellen dadurch unterscheiden, daß der periphere Fortsatz im Ganglion selbst sich verästelt und mit Endbäumchen in dessen Bindegewebe endet. Ein zweiter wichtiger Befund ist der, daß die genannten Ganglien alle gemischter Art sind, d. h. daß in ihnen auch vielverästelte kleine sympathische Nervenzellen vorkommen. Aber auch die sympathischen Ganglien (unter ihnen das Ganglion ciliare [nach Holtzmann]) sind gemischter Art; es kommen in ihnen Spinalganglienzellen pseudounipolarer Art neben den regelrechten multipolaren sympathischen Zellen vor.

Das Bindegewebe der Spinalganglien ist wie das der Nervenwurzeln als eine Fortsetzung der Meningen zu betrachten. Jede einzelne Zelle und ihre Faser erhält eine Fortsetzung der bindegewebigen Scheide (siehe Fig. 17).

Bikeles, G., und Jasinski, A. (1898) leugnen nach experimentellen Untersuchungen an den Spinalganglien der Katze die Gegenwart der trophischen Nerven. — Dogiel, A. S., Zur Frage über den feineren Bau der Spinalganglien und deren Zellen bei Säugetieren. Internat. Monatsschrift Anat. u. Phys. XIV, 1897. — Martinotti, C. et Tirelli, V., La mikrophotographie appliquée à l'étude de la structure de la cellule des ganglions spinaux dans l'inanition. Arch. ital. de Biologie XXXV, 1901. — Sjövall, E., Die Spinalganglienzellen des Igels. Anat. Hefte, Nr. 58, 1901. — Smirnow, A. E., Über den Bau der Spinalganglienzellen bei einem 4monatigen menschl. Embryo. Arch. mikr. Anat., Bd. 59, 1902. — Timofeef, D., Beobachtungen über den Bau der Nervenzellen der Spinalganglien und des Sympathicus beim Vogel. Internat. Monatsschrift Anat. u. Phys. XV, 1898.

Neuere Literatur siehe Abt. I, S. 145.

Blutgefäße der Nerven. Fig. 375—377.

Man muß nach Tonkoff zwischen Arteria nutricia nervorum und A. comes nervorum unterscheiden. Letztere stellen Anastomosen zwischen Haut- und Muskelarterien dar und können bei der Bildung von Kollateralbahnen bedeutungsvoll sein.

Das Ganglion cervicale I erhält seinen Ramus nutriens unmittelbar aus der A. vertebralis usw. Alle Ganglien erhalten ihre Arterien aus zwei oder mehreren Quellen. Die wichtigste Quelle ist der

in eine A. radicalis medullae spinalis sich fortsetzende Ramulus medius des Ramus spinalis der segmentalen Arterien. Genaue Angaben macht T. auch für alle größeren Nervenstämme. (Internat. Monatsschrift f. Anat. und Phys. 1898, XV.)

Die Beziehungen der Neuromeren, Myomeren und Dermatomeren zueinander.

Eine Gliederung in Folgestücke kommt bekanntlich nicht allein dem Nervensystem und den Gefäßen zu, sondern auch, und zwar in noch ausgesprochenerem



Fig. 375.



Fig. 376.

Fig. 376. **Arterien der Ganglia spinalia lumbalia et sacralia und des Plexus lumbalis eines Neugeborenen von vorn gesehen.** (W. Tonkoff.) Vergrößerung 3:2.
II Ganglion lumbale secundum; *I* Ganglion sacrale primum; *c* N. femoralis; *s* Plexus sacralis; 1 A. iliaca communis dextra; 2, 3, 4 Aa. lumbales II, III u. IV; 5 A. iliolumbalis; 6 A. glutaea superior; 7 A. glutaea inferior; 8 A. sacralis lat. sup.; 6 A. sacralis lat. inf.

Fig. 375. **Arterien der Nerven an der oberen Extremität eines Neugeborenen.** (W. Tonkoff.) 3:4.
Mm. coracobrachialis und biceps durchschnitten, um die Gefäße des N. musculocutaneus zu zeigen.
cl N. musculocutaneus; *cm* N. cutan. antibrachii medialis; *fr* Sehne des M. flexor carpi radialis; *fu* Sehne des M. flexor carpi ulnaris; *lcv* Lig. carpi transversum; *m* N. medianus; *u* N. ulnaris; 1 A. axillaris; 2 Ramus arteriae axillaris ad musculum coracobrachialem; 3 A. bicipitalis; 4 A. collater. uln. sup.; 5 A. radialis; 6 A. ulnaris; 7 A. recurrens ulnaris; 8 A. mediana (die A. interossea nicht dargestellt); 9 R. dorsalis a. ulnaris; 10 Arcus volaris superficialis; 11 R. muscularis a. radialis, mit den Enden der A. mediana anastomosierend; 12 R. nutriens des N. medianus aus der A. carpea volaris der A. radialis, mit dem entsprechenden R. nutriens aus einem Aste der Ulnaris anastomosierend.

Grade, der Muskulatur und den Knochen. Infolge der Nerven- und Gefäßversorgung nimmt ferner das Integument des Gesamtkörpers, die äußere Haut, an der Segmentierung teil und kann in dermale Segmente, Dermatomeren, zerlegt werden. Aber auch der Darm kann sich der allgemeinen Gliederung des

übrigen Körpers nicht entziehen, obgleich bei ihm die Grenzen der Segmente besonders im abdominalen Gebiete schon frühzeitig, infolge des großen Längenwachstumes des Dünn- und Dickdarmes, vollständig verwischt werden. Aber die Nerven- und Gefäßversorgung des gesamten Darm- und Eingeweideapparates weist ebenso wie die Entwicklung auf das Bestehen von Enteromeren hin. Das nächste veranlassende Moment aller dieser Gliederungen ist vielleicht gerade in der frühen Gliederung der Muskulatur zu suchen.

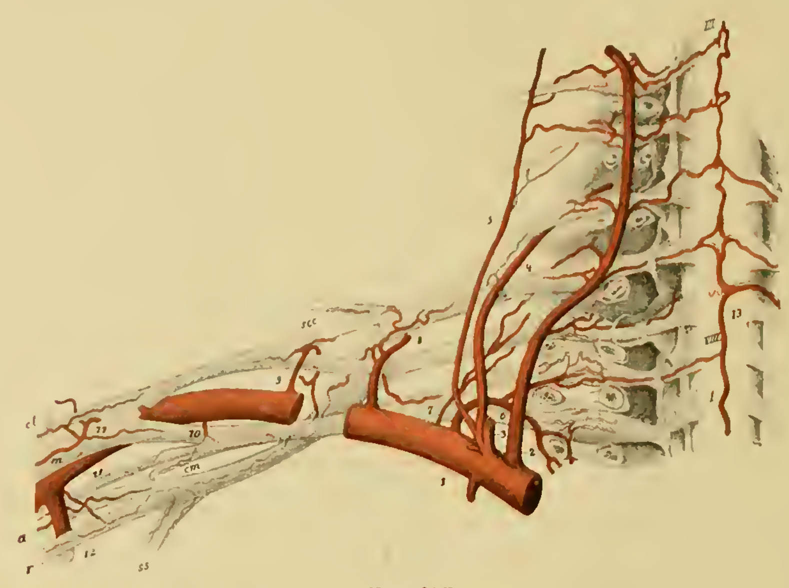


Fig. 377.

Arterien der Spinalganglien des Halses und des Plexus brachialis von vorn. (W. Tonkoff.)

(Von einem $1^1/_2$ Monate alten Knaben.)

Wirbelkanal und Zwischenwirbellöcher von vorn eröffnet, die Dura spinalis entfernt. *III—VIII* vordere Wurzeln der entsprechenden Halsnerven; *I* vordere Wurzel des ersten Brustnerven; *a* N. axillaris; *cl* N. musculocutaneus; *cm* N. cutaneus antibrachii medialis; *m* N. medianus; *r* N. radialis; *scc* N. suprascapularis; *ss* Nn. subscapulares; *u* N. ulnaris; 1 A. subclavia; 2 A. vertebralis; 3 A. thyreoidea inf.; 4 Ast aus dem Anfangsteile der A. thyreoidea inf.; 5 A. cervicalis ascendens; 6 Truncus costocervicalis; 7 Stämmchen, aus der A. subclavia emporsteigend; seine Äste anastomosieren mit der A. vertebralis an den Ganglien VI und VII; 8 A. transversa colli; 9 A. subscapularis superior; 10 Truncus nutriens aus der A. axillaris, in dem medialen Bündel des Plexus brachialis sich verästelnd; 11 Truncus nutriens aus der A. axillaris, sendet Äste entlang dem N. medianus, N. musculocutaneus und aufwärts längs den Wurzeln des N. medianus; 12 A. subscapularis inferior, aus deren Anfangsteil entspringen: 1. ein R. nutriens zum N. radialis, welcher dem hinteren Bündel des Plexus entlang mit dem Truncus nutriens aus der A. axillaris anastomosiert, und 2. ein R. nutriens zum N. axillaris; 13 A. spinalis ant. — Durch punktierte Linien sind die innerhalb oder an der hinteren Fläche verlaufenden Rr. nutrientes dargestellt. An den Ganglien sind nur die wichtigsten Rr. nutrientes zu sehen; die Verästelungen und Anastomosen derselben an der Oberfläche der Ganglien dagegen sind nicht abgebildet. Vergrößerung 3:2.

Zu jedem Neuromer gehört ein entsprechendes Myomer, Dermatomer, Enteromer. Bei der Entwicklung verschieben sich die zu demselben Körpersegment gehörigen Nerven-, Muskel- usw. Segmente in hohem Maße, so daß es mühsamer Untersuchungen bedarf, die zusammengehörigen Stücke zu erkennen. Namentlich ist die Beziehung der Dermatomeren und der Myomeren zum entsprechenden Neuromer von großer praktisch medizinischer Bedeutung.

Deshalb sei im folgenden eine Tabelle wiedergegeben, welche sich auf die Beziehungen der Nervensegmente zu den zugehörigen Muskel- und Hautgebieten erstreckt; auch die reflektorischen Segmente sind beachtet.

Lokalisation der Funktion in den verschiedenen Segmenten des Rückenmarkes.

Nach den Zusammenstellungen von Starr und Edinger, auf Grund von Tierversuchen und pathologischen Beobachtungen. Vergleiche hiermit die in geringem Maße verschiedenen Angaben bei den einzelnen Muskeln (Abt. III).

Segmente	Muskeln	Reflexe	Gefühlsinnervation der Haut
2.—3. Cervicalis	Sterno-mastoideus Trapezius Scaleni u. Nackenmuskeln Diaphragma	Inspiration bei raschem Druck auf den Rippenbogen	Nacken und Hinterkopf
4. Cervicalis	Diaphragma Supra- und Infraspinatus Deltoideus Biceps u. Coracobrachialis Brachioradialis Rhomboidei	Erweiterung d. Pupille auf Reizung des Nackens 4. bis 7. Cervic.	Nacken Obere Schultergegend Außenseite des Armes
5. Cervicalis	Deltoideus	Scapularreflex. 5. Cerv. bis 1. Thor.	Rückseite der Schulter und des Armes
	Biceps und Coracobrachialis	Sehnenreflexe der entspr. Muskeln	
	Brachioradialis und Supinator Pectoralis, pars clavicularis Serratus anterior Rhomboidei Brachialis Teres minor		Äußere Seite des Ober- u. Vorderarmes
6. Cervicalis	Biceps Brachialis Pectoralis, pars clavicularis Serratus anterior Triceps	Reflexe von den Sehnen d. Extensoren des Ober- und Unterarmes	Äußere Seite des Vorderarmes
	Extensoren der Hand und der Finger Pronatoren	Handgelenksehnen. 6. bis 8. Cerv.	Rücken der Hand, Radialisgebiet
7. Cervicalis	Caput longum tricipitis Extensoren der Hand und der Finger Flexoren der Hand Pronatoren der Hand Pectoralis, pars costalis	Schlag auf die Vola erzeugt Schließen der Finger	Radialisgebiet der Hand
	Subscapularis Latissimus dorsi Teres major	Palmarreflex 7. Cerv. bis 1. Thor.	Medianusverteilung (7. Cerv.—8. Cerv.)
8. Cervicalis	Flexoren der Hand und der Finger Kleine Handmuskeln	Pupillarreflex (8. Cerv.—1. Thor.)	Ulnarisgebiet (8. Cerv.—1. Thor.)
1. Thoracalis	Strecker des Daumens Kleine Handmuskeln Daumen- und Kleinfingerballen		
2.—12. Thoracalis	Muskeln des Rückens und des Bauches Erectores spinae	Epigastr. 4.—7. Thor. Abdomen 7.—11. Thor.	Haut d. Brust, d. Rückens, des Bauches und der oberen Glutäalregion
1. Lumbalis	Iliopsoas Sartorius Bauchmuskeln	Cremasterreflex 1.—3. Lumb.	Haut der Schamgegend Vorderseite des Hodensackes
2. Lumbalis	Iliopsoas Sartorius Flexoren des Knies (Remak?) Quadriceps femoris	Patellarsehne 2.—4. Lumb.	Äußere Seite der Hüfte
3. Lumbalis	Quadriceps femoris Einwärtsroller d. Schenkels Adductores femoris		Vorder- und Innenseite der Hüfte

Segmente	Muskeln	Reflexe	Gefühlsinnervation der Haut
4. Lumbalis	Adductores femoris Tibialis anterior Flexoren d. Knies (Ferrier?)	Glutäalreflex 4.—5. Lumb.	Innere Seite der Hüfte und d. Beines bis z. Knöchel. Innenseite des Fußes.
5. Lumbalis	Auswärtsroller der Hüfte Beuger des Knies (Ferrier?) Beuger des Fußes Extensoren der Zehen Peronaei		Rückseite der Hüfte, des Oberschenkels u. äußerer Teil des Fußes
1. und 2. Sacralis	Flexoren des Fußes und der Zehen Peronaei Kleine Fußmuskeln	Plantarreflex	Hinterseite des Oberschenkels, äußere Seite des Beines und Fußes
3.—5. Sacralis	Muskeln des Perineum	Achillessehne Blasen- und Rektalzentren	Haut über dem Sacrum, Anus, Perineum, Genitalien

Fürbringer, M., Über die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und ihre vergl. Morphologie. Kapitel „Nerv und Muskel". Festschrift für Gegenbaur. Bd. 3, S. 730—744. Neuere Angaben über den Segmentbezug der Muskeln der oberen Extremität sind gegeben von S. von Schumacher, Sitzber. Akad. Wiss. Wien. Bd. 117, Abt. III, 1908.

Sklerozonen und Dermatomeren.

Über das Verhältnis der Neuromeren und Myomeren zum Stammskelete ist bereits an früherer Stelle Auskunft gegeben worden (siehe die Abschnitte: Genealogie der Muskeln, Abt. III, S. 17; Verhältnis der Muskel- zu den Knochensegmenten, Abt. III, S. 18, 19).

Schwieriger liegen die Dinge am Gliedmaßenskelete. Wenn es auch bereits bekannt ist, daß die Extremitätenmuskeln von den Myotomen der Urwirbel ihren Ursprung nehmen, so sind doch die Umbildungen der einzelnen Teile zu den verschiedenen definitiven Muskelformen der oberen und unteren Extremitäten noch nicht bekannt. Ebenso wenig bekannt ist die Lagerung der aus den einzelnen Segmenten je hervorgegangenen Muskelindividuen an den zugehörigen Knochen der Extremitäten. Selbst die Beziehungen der den verschiedenen Segmenten entsprechenden Muskeln zu den zugehörigen neuralen Segmenten sind keineswegs schon überall auf morphologischem Wege in helles Licht gesetzt, am wenigsten bei den Extremitäten.

Kennt man die Beziehungen der Muskelindividuen einer Extremität zu ihren neuralen Segmenten, so ist dadurch der Weg eröffnet, um auch beim Erwachsenen das Verhältnis der Nerven- und Muskelsegmente zu den Haftstellen an den Knochen zu bestimmen.

Durch eine Reihe schöner Untersuchungen, die im Laufe der beiden letzten Dezennien angestellt worden sind, ist ein bedeutender Schritt vorwärts auf diesem Felde gemacht worden. Es ist zu erwarten, daß die noch fehlenden Schritte ebenfalls gemacht und zugleich auf vergleichendes und entwicklungsgeschichtliches Gebiet gelenkt werden.

Im allgemeinen haben die Untersuchungen von Bolk ergeben, daß in der Tat eine Gesetzmäßigkeit zwischen der segmentalen Herkunft und der Skeletanheftung besteht.

Bolk, L., Beziehungen zwischen Skelet, Muskulatur und Nerven der Extremitäten usw. Morpholog. Jahrb. XXI, 1894. — Derselbe, Rekonstruktion der Segmentierung der Gliedmaßenmuskulatur, dargelegt an den Muskeln des Oberschenkels und des Schultergürtels. Morpholog. Jahrb. XXII, 1895. — Derselbe, Die Sklerozonie des Humerus. Morpholog. Jahrb. XXIII, 1895.

In bezug auf Dermatome (= Dermatomeren) ist zu erinnern an in Fig. 320 über die kutanen Halsnervengebiete Vorgebrachte; und bezüglich der oberen Extremität zeigt ein Blick auf Fig. 378 und 379, welche Fülle von Verständnis auch hier gewonnen werden kann.

Das fünfte (spinale) Dermatom ist ganz der oberen Extremität tributär geworden. Das ganze Dermatomsystem an der Dorsalfläche der oberen Extremität stellt Fig. 378 vor Augen; an der Ventralfläche Fig. 379.

Hiermit sind die Abbildungen der Hautnervenfelder der Extremität Fig. 340, 341 zu vergleichen. Siehe auch Sinnesorgane, Haut.

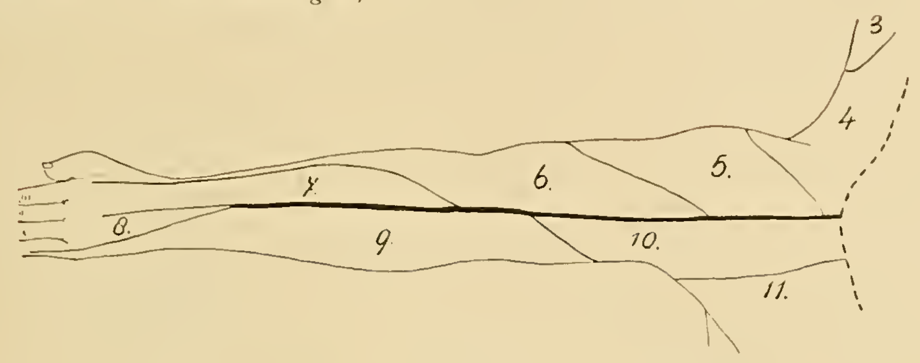


Fig. 378.
Das Dermatomsystem an der Dorsalfläche der oberen Extremität.

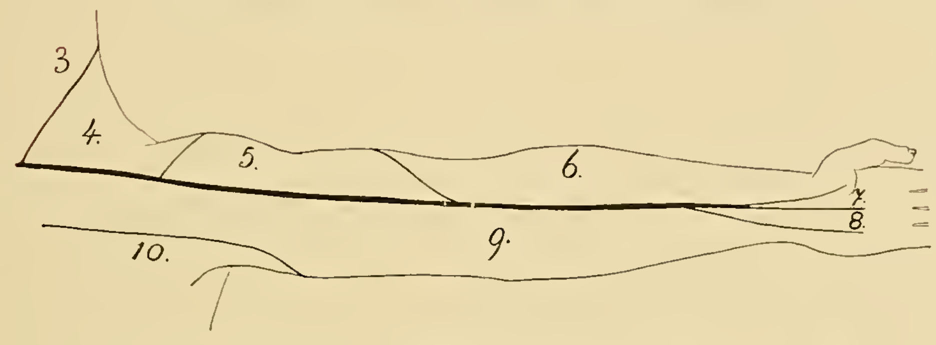


Fig. 379.
Das Dermatomsystem an der Ventralfläche der oberen Extremität. (L. Bolk, 1898.)

Eintritt der Nerven in die Muskeln und Verästelung in ihnen.

Neuere Untersuchungen von Fr. Frohse sowie von Eisler ergänzen G. Schwalbes frühere Angaben über die Eintrittsstellen der Nerven in die Muskeln und berichtigen sie teilweise auch. Fast jeder Muskel hat einen charakteristischen Aufbau; es darf nicht wunder nehmen, wenn die Nervenverteilung sich darin widerspiegelt.

Aus einer von Bardeleben und Frohse gemeinsam ausgeführten Untersuchung ist folgendes hier mitzuteilen:

Nerveneintrittsstelle und Verästelung der Nerven entsprechen der Form des Muskels nicht allgemein. Jeder Nerv teilt sich in zwei Äste oder der Stamm gibt nach und nach je einen Ast ab. Jeder Muskelnerv gibt Gefäßnerven ab. Der Nerveneintritt erfolgt mit den Gefäßen oder getrennt. Jeder Nerv gibt indessen einen rückläufigen Ast ab.

Die Eintrittsstellen liegen an der tiefen Fläche, an der Oberfläche, proximal, zwischen proximalem und mittlerem Drittel, im geometrischen Mittelpunkt (selten), nie ganz distal! Die Verästelung der Nerven im Muskel ist sehr verschiedenartig: vorwiegend absteigende Äste, lange absteigende und kurze aufsteigende Äste, gleichlange auf- und absteigende Äste, fächerförmige Ausstrahlungen der Äste, kegelförmige Ausstrahlung, Verästelung in Form von Endbäumchen nach einer oder nach zwei Seiten. (Siehe auch Abt. III, S. 4).

Es gibt extra- und intramuskuläre Schlingen, extra- und intramuskuläre Anastomosen, intramuskuläre Plexus, diese zeigen nach Eisler für jeden Muskel einen ganz bestimmten Typus.

Doppel-Innervierung wurde festgestellt an folgenden Muskeln:

Brachialis (N. musculocutaneus und Radialis).

Flexor digitorum sublimis (Varietät: Medianus und Ulnaris).

Flexor digitorum profundus } Medianus und
Lumbricalis III und Adductor pollicis } Ulnaris.

Pectineus: Femoralis, Obturatorius (Var.?).
Adductor magnus: Obturatorius, Ischiadicus.
Flexor dig. pedis brevis, Lumbricalis III p., Adductor hallucis } Plantaris medialis und lateralis.

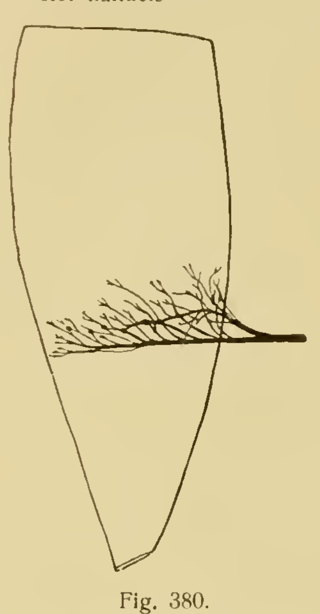


Fig. 380.

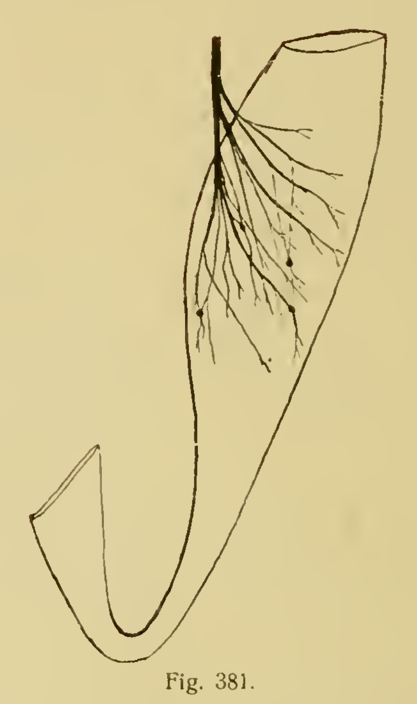


Fig. 381.

Fig. 380. **Nervenverzweigung im M. obliquus oculi inferior.**
Fig. 381. **M. obliquus oculi superior mit N. trochlearis.**
(Frohse und Bardeleben.)

Bezüglich der Beurteilung der Befunde hebt v. Kölliker hervor, daß die Länge der Muskelfasern die Hauptrolle spiele bei dem Verhalten des Nerven. Sind in einem Muskel die Fasern so lang wie der Muskel, so ist die Verbreitung der Nerven auf eine Stelle beschränkt.

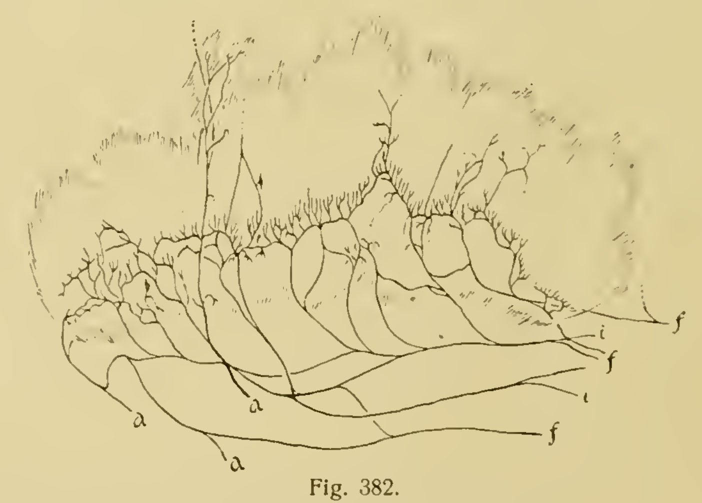


Fig. 382.

Fig. 382. **Intramuskuläres Nervengeflecht** im M. occipitalis (rechts). (Nach Eisler.) 1 : 1.
f Zweige des N. facialis; *i* Zweige des N. occipitalis minor; *a* Zweige des N. occipitalis major. Sensible Nerven außerhalb des Muskelfleisches sind punktiert.

Jede Muskelfaser des Sartorius besitzt 3—4 Endplatten (Sandmann). Auch die Zahl der Endplatten der einzelnen Muskelfasern kommt hiernach in Betracht.

Wichtig für die Beurteilung ist endlich die Entwicklung eines Muskels, sowohl Ontogenie als Phylogenie.

Nußbaum, M., Nerv und Muskel. Arch. mikr. Anat. Bd. 52, 1898. — Sihler, Chr., Neue Untersuchungen über die Nerven der Muskeln. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 68, 1900.

Vergleichung der Hirn- und Rückenmarksnerven.

In früherer Zeit war es möglich, die Frage des Verhältnisses der Hirn- zu den Rückenmarksnerven mit wenigen Worten zu beantworten. Man wußte die Schwierigkeiten noch nicht im ganzen Umfange zu würdigen, welche sich einem solchen Unternehmen entgegenstellen. Gegenwärtig kennt man diese Schwierigkeiten sehr genau und die zu beschreitenden Wege, aber auch die Gewißheit, daß die tatsächlichen Grundlagen zur Gewinnung eines sicheren Urteils noch nicht in erschöpfender Weise gewonnen worden sind. Es bedarf also noch vieler Bemühungen, bis es möglich sein wird, die Frage des Verhältnisses beider Nervengruppen ihrer endgültigen Lösung entgegenzuführen.

Um die Vergleichung durchführen zu können, ist zunächst notwendig eine vollständige Kenntnis der Ursprungs- und Endkerne, der zentralen und peripheren Bahnen der beiderlei Nerven, mit voller Berücksichtigung der Qualität dieser Bahnen.

Eine Vergleichung der Endformen aller dieser Bestandteile würde aber niemals zum Ziele führen können, weil diese Endformen für sich allein betrachtet, voller Dunkel sind und ein unverständliches Chaos bleiben würden. Vielmehr hat noch nach allen Seiten hin die Entwicklungsgeschichte dieser Endformen fördernd in das Verständnis einzugreifen.

Aber auch die individuelle Entwicklungsgeschichte würde nicht hinreichen, auf alle bezüglichen Fragen Antwort zu geben. Sie hellt auf, soweit ihre Tragweite reicht; aber mit zunehmender Helligkeit tauchen oft unerwartet in der Ferne viele neue Rätselgebilde auf, für den Gewinn der Lösung eines einzigen. Im vollen Maße hat daher auch die vergleichende Anatomie und vergleichende Entwicklungsgeschichte einzutreten, um ihrerseits das zu überschauende ausgedehnte Feld zugänglicher zu machen. Auf allen diesen Wegen ist die Untersuchung zurzeit zwar erfolgreich aufgenommen, aber, wie gesagt, noch nicht zum Ende geführt.

Die im folgenden gegebene Gruppierung erhebt der angegebenen Sachlage entsprechend mehr Fragen, als sie abschließende Antworten enthält; aber auch mit dieser Eigenschaft wird sie förderlich sein.

Die Fila olfactoria, den ersten Hirnnerven darstellend, lassen in ihrer Entstehung gewisse Beziehungen erkennen zur Entwicklung der sensiblen Wurzeln der Hirn- und Rückenmarksnerven (S. 49 und Sinnesorgane).

Nach van Wijhe wäre der Olfactorius nicht der erste, sondern der Reihe nach der zweite Hirnnerv, was uns, bei aller Anerkennung scharfsinniger Durchführung doch nicht annehmbar erscheint.

Der N. opticus, Pedunculus opticus v. Wijhe, ist überhaupt kein peripherer Nerv, der zu den übrigen Hirn- und Rückenmarksnerven morphologische Beziehungen hätte, sondern er ist ein interzentraler Verbindungsstrang zwischen verschiedenen Hirnteilen, einerseits der Retina, andererseits dem Vierhügel-, Zwischen- und Endhirn, wobei Kreuzungen eine große Rolle spielen.

Der dritte, vierte und fünfte Hirnnerv: Oculomotorius, Trochlearis und Trigeminus können als Trigeminus-Gruppe zusammengefaßt werden.

In der Trigeminus-Gruppe ist der Trigeminus selbst der Nerv des ersten Kiemenbogens, d. i. des Kieferbogens, wenn das Urteil sich durch die Branchiomerie, d. i. die Gliederung der Darmwand und ventralen Leibeswand, bestimmen läßt und die Nervenversorgung der aus dem Kieferbogen hervorgehenden Gebilde ins Auge faßt.

Sein Ramus primus gehört alsdann einem präbranchialen Metamer an. Der Oculomotorius und Trochlearis fallen dem Trigeminusgebiet zu, besonders mit Rücksicht auf ihre Ursprungskerne; diese stellen das mediale Glied der motorischen Ursprungskerne dar, während der motorische Kern des Quintus das laterale Glied derselben bildet.

Der Acustico-Facialis ist das Nervenpaar für den zweiten Kiemenbogen, wobei also wiederum die Branchiomerie als Einteilungsgrund zur Verwendung gelangt. Der Akusticus ist, seinem morphologischen Wesen nach, ein in den Dienst des Gehörsinnes, aber auch des großen Gleichgewichtsapparates getretener sensibler Hautnerv. Zu dieser Gruppe gehört als medialer motorischer Nerv, entsprechend seinem Ursprungskern, der N. abducens.

Der neunte, zehnte und elfte Hirnnerv: Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius, machen die Vagusgruppe aus, wobei, wie für die Trigeminusgruppe, nur die überwiegende Stärke des betreffenden Nerven den Namen liefert.

Der Glossopharyngeus ist der Nerv des dritten Kiemenbogens.

Der Vagus ist dagegen der Nerv der noch folgenden Kiemenbögen, deren Einzelbestandteile zu einem mächtigen Gesamtnerven verbunden worden sind, Vagus und Glossopharyngeus haben je zwei Stammganglien, alle, soweit man es bis jetzt weiß, von übereinstimmender definitiver Textur.

Der Accessorius ist ein Nerv, welcher als gesondertes Gebilde erst in den höheren Abteilungen der Wirbeltiere zur Erscheinung gelangt; er gehört in eine und dieselbe Reihe mit dem motorischen Teil der Vaguswurzeln, jenem, der im Nucleus ambiguus seinen Ursprung nimmt.

Der zwölfte Hirnnerv: Hypoglossus, Kiemenbogengebilde versorgend, die zum Teil weiter rostral gelegen sind, als das Versorgungsgebiet des Glossopharyngeus und Vagus, entspricht, wie schon J. Müller vermutet hat, einigen Spinalnerven, denen meist die dorsale (sensible) Wurzel fehlt, welche sich zu dem einzigen Hypoglossus zusammengeballt und durch sekundäre Aufnahme in das Kopfgebiet zu einem Hirnnerven umgebildet haben.

Sichergestellt ist diese Auffassung durch Froriep, welcher zuerst (bei Embryonen) die sensiblen Ganglien des Hypoglossus aufgefunden hat.

Wie die unter Frorieps Leitung angestellten vergleichenden Untersuchungen von W. Beck gezeigt haben, trägt der ventrale Hypoglossusstamm seine Zusammensetzung aus mehreren gleichwertigen Spinalnerven auch im erwachsenen Zustande noch zur Schau dadurch, daß er sich aus mehreren Gruppen von Wurzelfäden bildet, die erst beim Austritt durch den Schädel zu einem einheitlichen Stamm verschmelzen (am deutlichsten bei den Ungulaten, mit in der Regel drei Abteilungen). Mit den dorsalen Wurzeln steht es eigentümlich. Die rostrale ventrale Wurzelgruppe des Hypoglossus hat nie eine zugehörige dorsale Wurzel. Die mittlere Wurzel hat nur selten eine dorsale Wurzel. Konstant dagegen findet sich bei gewissen Säugern (z. B. beim Schwein) eine dorsale Wurzel, welche dem kaudalsten Wurzelgebiet angehört, mit einem Ganglion, dem Ganglion hypoglossi von Froriep. Die dorsale Wurzel des N. cervicalis I scheint bei allen Säugetieren zwar embryonal angelegt zu werden; bei den einen persistiert sie darauf, bei den anderen wird sie rudimentär oder sie schwindet ganz.

Wie verhält es sich beim Menschen? Die ventralen Wurzelfäden sind meist in zwei Bündel geteilt; manchmal ist sogar der Canalis hypoglossi des Occipitale anfänglich noch in zwei Abschnitte getrennt; häufiger sind zwei durale Eingänge da. Eine dorsale Wurzel war in keinem Falle (von 32) nachzuweisen; doch kann sie vorkommen (Chiarugi, Kazzander). Die dorsale Wurzel des N. cervicalis I kann beim Menschen ganz fehlen; in den meisten Fällen ist aber eine schwache dorsale Wurzel vorhanden und immerhin ein rudimentäres Gebilde zu nennen. Durch die ganze Reihe läßt sich der Rückbildungsvorgang der ersten dorsalen Spinalnervenwurzel auf allen seinen Stufen nachweisen. Bei den Ungulaten und Karnivoren sehen wir die Gruppe der occipitalen Spinalnerven erst auf dem Wege, sich umzugestalten zu dem rein ventralen Hypo-

glossus. Von den Halbaffen an, durch Nager, Insektivoren und Affen, schreitet der für die Occipitalregion hier bereits vollendete Rückbildungsvorgang auf die Halsgegend weiter fort und gestaltet auch den N. cervicalis I zu einem rein ventralen Nerven.

Die Encephalomerie bei Ascalabotes fascicularis, einem Saurier, stimmt nach A. N. Sewertzoff im allgemeinen mit der bei Selachiern überein. Im Nachhirn sind fünf Encephalomeren vorhanden, von welchen I und II den N. trigeminus, III den N. facialis, V den N. glossopharyngeus ausgehen läßt.

Vergl. auch S. 234 dieser Abteilung.

Literatur.

Beck, W., Über den Austritt des N. hypoglossus und N. cervicalis I usw. Anat. Hefte Nr. XVIII, 1895. — Dixon, Fr., On the Development of the Branches of the Fifth Cranial nerve in Man. Scientif. Transactions of the Royal Dublin Soc., May 1896. — Froriep, A., Entwicklungsgeschichte des Wirbeltierkopfes. Verh. anat. Ges. 1902. — Derselbe, Einige Bemerkungen zur Kopffrage. Anat. Anz. XXI, 1902. — Hatschek, B., Die Metamerie des Amphioxus und Ammocoetes; ebendaselbst. — Kupffer, C. v., Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Kranioten. 1. und 2. Heft, München und Leipzig, J. F. Lehmann, 1893. — Derselbe, Entwicklungsgeschichte des Kopfes. In: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Wiesbaden 1896. — Neal, H. V., A Summary on the Segmentation of the Nervous System in Squalus acanthias. Anat. Anz. XII, 1896; die Schrift enthält auch ein Verzeichnis der betr. Literatur. — Pinkus, F., Die Hirnnerven von Protopterus annectens. Morphol. Arbeiten von G. Schwalbe, IV, Jena 1894, G. Fischer. Der N. hypoglossus (u. a.) hat zwei dorsale Wurzeln, die mit Ganglien versehen sind, und zwei ventrale Wurzeln, er hat dieselben Äste wie alle Spinalnerven und führt außerdem Zweige zur Zunge und zum Plexus brachialis. — Rabl, C., Über den gegenwärtigen Stand der Frage über die Metamerie des Wirbeltierkopfes. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft, 1892, Jena, Fischer. In diesem Bericht ist auch die frühere Literatur angegeben. — Sewertzoff, A. N., Zur Entwicklungsgeschichte des Ceratodus Forsteri. Anat. Anz. XXI, 1902. S. stellt u. a. das Vorhandensein eines kleinen, mit Ganglion versehenen N. praeopticus bei Ceratodus fest.

V. Das vegetative, sympathische oder Gangliennervensystem. Systema nervorum sympathicum.

Gleich den meisten bisher betrachteten Teilen des Nervensystems läßt auch das sympathische System eine segmentale Anordnung seiner Bestandteile deutlich erkennen. Fig. 383. Denn es besteht:

1. Aus einer jederseits längs der Wirbelsäule gelagerten großen Anzahl (20—25) Ganglien, Ganglia trunci sympathici, welche miteinander durch kurze, längslaufende Verbindungsstränge, Zwischenstränge, Rami intergangliares, zu je einem Längsstrang, dem sogen. Grenzstrang oder Stammstrang des Sympathicus, Truncus sympathicus, verbunden sind.

2. Aus Rami communicantes, d. h. Nerven, welche den Grenzstrang mit dem cerebrospinalen Nervensystem in Verbindung setzen.

3. Aus sehr zahlreichen peripheren Zweigen, welche von den verschiedensten Stellen des Grenzstranges ausgehen, in die Peripherie ziehen, hier mit cerebrospinalen Nerven wieder an vielen Orten in Verbindung treten, sowie zur Geflechtbildung, Plexus sympathici, und zur Aufnahme kleiner und großer Ganglien in die Geflechte, Ganglia plexuum sympathicorum, große Neigung haben. Letztere führen auch den Namen periphere Ganglien des Sympathicus, gegenüber den Ganglien des Grenzstranges.

4. Aus variablen queren Verbindungszweigen, Rami transversi, welche die Grenzstränge beider Seiten miteinander in Zusammenhang bringen. Sie sind nur

an einigen Abteilungen des Sympathicus eine regelmäßigere Erscheinung, wie im Lumbal- und Sakralteil desselben.

Da das sympathische System sich über alle großen Körperabteilungen erstreckt, so unterscheidet man einen Kopf-, Hals-, Brust-, Bauch- und Beckenteil desselben.

1. Der Grenzstrang und seine Ganglien.

Der Grenzstrang des Sympathicus liegt teils neben der Wirbelsäule, teils an der Schädelbasis und erstreckt sich vom Kopf bis zum Steißbein.

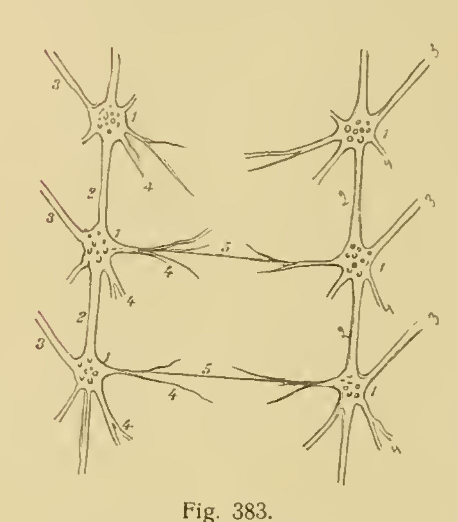


Fig. 383.
Schema des Sympathicus.
1, 1, 1 Ganglien des Grenzstranges; 2, 2 Zwischenstränge, Rami interganglares; 3 Rami communicantes; 4 periphere Zweige der Ganglien; 5 quere Verbindungen der Ganglien beider Seiten, Rami transversi.

A. Halsteil. Fig. 384.

Am Hals kommen jederseits in der Regel drei Grenzstrangganglien vor, ein oberes, mittleres und unteres, doch sind dieselben durch Verschmelzung aus acht segmentalen Ganglien hervorgegangen.

1. Das obere Halsganglion, Ganglion cervicale superius. Fig. 301, 304, 384.

Es ist eine platte spindelförmige Anschwellung von 25—30 mm Länge, 6—8 mm Breite und 3—5 mm Dicke, welche vor den Querfortsätzen des 2. und 3. Halswirbels, vor dem M. longus capitis und der Fascia praevertebralis, hinter der A. carotis interna, medial vom Vagusstamm gelegen ist.

Das obere Ende des Ganglion hängt mit dem Kopfteil des Sympathicus zusammen; das untere Ende setzt sich in der Höhe des vierten, manchmal erst des fünften Halswirbels in einen Nervenstamm fort, welcher in seltenen Fällen auch doppelt gefunden wird und eine Verbindung mit dem mittleren Ganglion herstellt. Letzteres Ganglion kann fehlen, dann geht jener Nervenstamm, der Ramus intergangliaris inferior des Ganglion superius, in das untere Halsganglion über. Das Ganglion superius zeigt nicht selten Einkerbungen, als Andeutungen einer Zerlegung in mehrere Stücke; wie es denn in Wirklichkeit mindestens einem Komplex von 4 segmentalen Sympathicusganglien entspricht.

2. Das mittlere Halsganglion, Ganglion cervicale medium. Fig. 301, 304, 384.

Das mittlere Halsganglion ist meist von ovaler Form, liegt in der Höhe des 6. Halswirbels, an der vorderen medialen Seite des Truncus thyreocervicalis oder der A. thyreoidea inferior selbst, und wechselt an Größe; es kann durch 2—3 kleinere Ganglien ersetzt werden, aber auch ganz fehlen. Sein Ramus intergangliaris inferior ist gewöhnlich doppelt und umgreift die A. subclavia. Die so entstehende Schlinge hat den Namen Ansa subclavia (Vieussenii). Der hintere Verbindungsfaden ist der stärkere und zieht geradenwegs zum unteren Halsganglion; der vordere ist schwächer und umgreift die A. subclavia im Bogen.

3. **Das untere Halsganglion,** Ganglion cervicale inferius. Fig. 301, 304, 384.

Es hat seine Lage in der Vertiefung zwischen dem Querfortsatz des letzten Halswirbels unter der ersten Rippe, hinter der A. subclavia und der Wurzel der A. vertebralis. Es ist größer als das vorige, von unregelmäßig sternförmiger Gestalt, kann sich dem ersten Brustganglion bis zur Berührung nähern und mit ihm zusammenfließen. Fig. 301.

A. Mannu, Ricerche anatomo-comparative sul Simpatico cervicale usw. Internat. Monatsschr., Bd. 30, 1913.

B. Brustteil. Fig. 301, 304, 384.

Der Brustteil des Grenzstranges umfaßt jederseits eine Reihe von 11—12 Ganglien, Ganglia thoracalia.

Sie alle liegen neben der Wirbelsäule, vor den Rippenköpfchen, bald näher dem oberen, bald näher dem unteren Rippenrande. Die beiden unteren Ganglia thoracalia nähern sich der Wirbelsäule und liegen an der Seitenfläche der beiden letzten Brustwirbel. Sie alle sind durch einfache Rami interganglares miteinander vereinigt.

Der Brustteil des Grenzstranges wird von der Pleura costalis bedeckt und liegt somit außerhalb des hin-

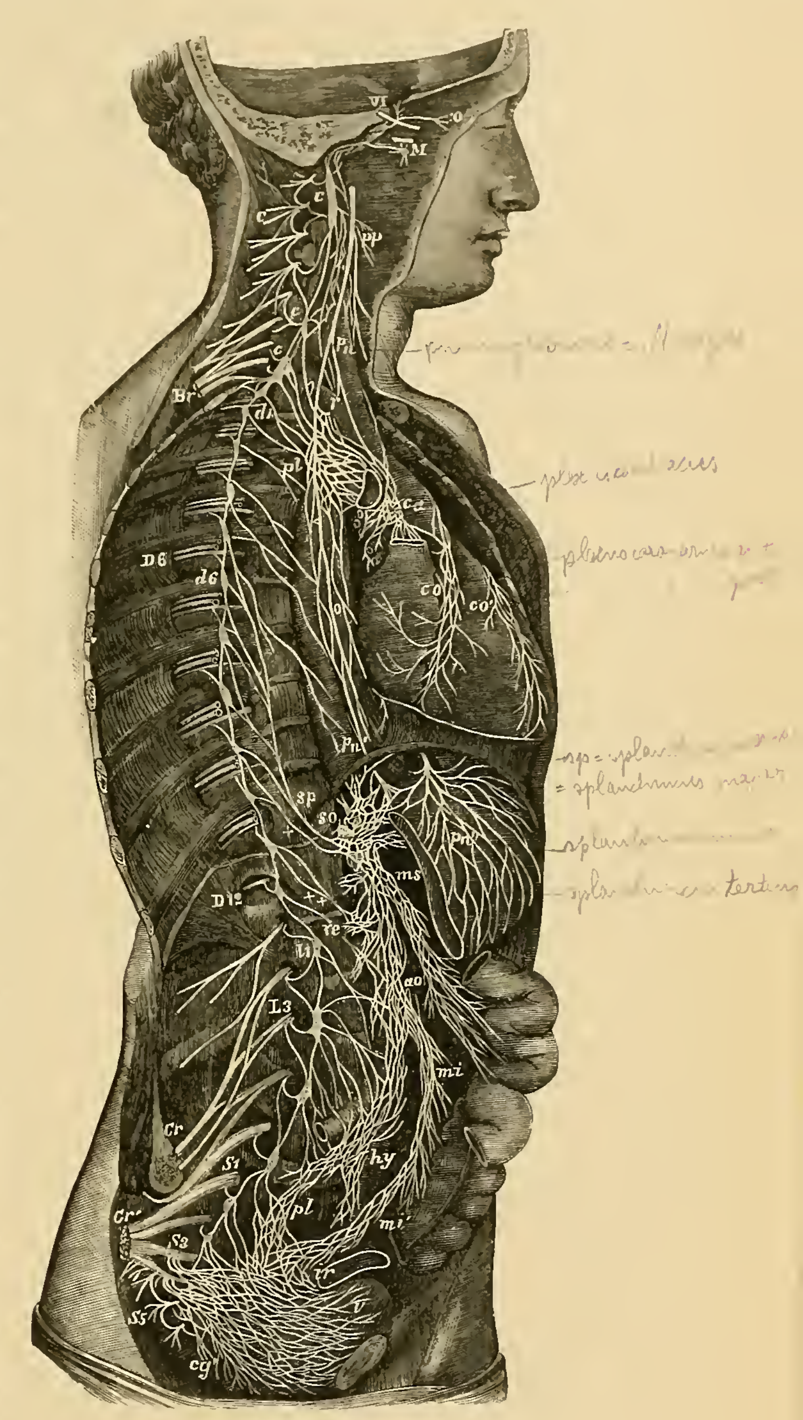


Fig. 384.

Fig. 384. Schematische Übersicht des sympathischen Grenzstranges der rechten Seite und seiner Verbindungen mit den sympathischen Geflechten der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle. 1 : 4.

Cerebrospinalnerven: *VI* N. abducens; *o* Ganglion ciliare; *M* zweiter Ast des Trigeminus mit dem Ganglion sphenopalatinum; *C* Plexus cervicalis; *Br* Plexus brachialis; *D*6 sechster, *D*12 zwölfter Interkostalnerv; *L*3 dritter Lendennerv; *S*1, *S*3, *S*5 erster, dritter, fünfter Sakralnerv; *Cr* N. femoralis; *Cr'* N. ischiadicus; *pn*, *pn'* N. vagus; *r* N. recurrens. — Grenzstrang: *c* oberes, *c'* mittleres, *c''* unteres Halsganglion; *d*1 erstes, *d*6 sechstes Brustganglion; *l'* erstes Lumbalganglion; *cg* Ganglion coccygeum. — Geflechte: *pp* Plexus pharyngeus; *pl* Plexus bronchialis posterior; *ca* Plexus cardiacus; *co* Plexus coronarius ant.; *co'* Plexus coronarius post.; o Plexus oesophageus; *sp* N. splanchnicus major; † N. splanchnicus minor; †† N. splanchnicus tertius; *so* Plexus coeliacus; *re* Plexus renalis; *pn''* Plexus gastricus aus dem linken Vagus; *ms* Plexus mesentericus superior; *o* Plexus aorticus abdominalis; *mi* Plexus mesentericus inferior; *mi'* seine Verbindung mit *ir*, dem Plexus haemorrhoidalis; *hy* Plexus hypogastricus superior; *pl* Plexus hypogastricus inferior; *v* Plexus vesicalis.

teren Mittelfellraumes. Das erste Brustganglion, Ganglion thoracale primum, ist das größte und verschmilzt nicht selten mit dem unteren Halsganglion; nicht selten auch verschmilzt mit ihm das zweite Brustganglion. Die Brustganglien besitzen eine dreieckige oder spindelförmige Gestalt und sind dem Angegebenen zufolge deutlich segmental angeordnet.

C. Bauch- oder Lendenteil. Fig. 304, 384.

Vom Ganglion thoracale infimum setzt sich der Stamm des Grenzstranges in die Bauchhöhle fort und durchzieht dabei den zwischen dem medialen und lateralen Lendenschenkel des Zwerchfelles befindlichen Schlitz oder durchbricht den lateralen Schenkel selbst.

So gelangt die Pars abdominalis des Grenzstranges auf die Vorderfläche der Lendenwirbelkörper, liegt hier unmittelbar medial von den Psoasursprüngen, und zwar rechterseits hinter der V. cava inferior, linkerseits hinter der Aorta. Der Lendenteil des Grenzstranges enthält 4—5 Ganglia lumbalia von spindelförmiger oder ovaler Gestalt; das letzte ist gewöhnlich das größte.

D. Beckenteil. Fig. 384.

Die Pars abdominalis des Grenzstranges setzt sich in die Pars pelvina fort. Meist sind vier, seltener fünf Ganglia sacralia und ein Ganglion coccygeum vorhanden.

Die Pars sacralis liegt auf der vorderen Fläche des Kreuzbeines, medial von den Foramina sacralia anteriora. Die Grenzstränge beider Seiten nähern sich dabei allmählich einander. Das kaudale Ende, Pars coccygea, verhält sich verschieden. Nach Henle ist eine Vereinigung des rechten und linken untersten Kreuzknotens durch eine abwärts konvexe Schlinge, Ansa sacralis, das häufigere Vorkommnis. In dem Geflecht aber sind regelmäßig kleine Ganglien enthalten. In anderen Fällen (nach Schumacher in der Regel) kommt ein wohlausgeprägtes kleines, unpaares, auf der Mitte der Vorderfläche des 1. Steißwirbels gelegenes Ganglion vor, Ganglion coccygeum, welches Andeutungen einer Teilung in zwei Ganglien zeigen kann.

Im ganzen also sind im Rumpfteil des Sympathicus jederseits 20—25 Grenzstrangganglien untergebracht.

S. v. Schumacher, Über die Nerven des Schwanzes usw. Sitzber. Akad. Wiss. Wien. Bd. 114, Abt. III, 1905.

Varietäten: Der Grenzstrang kann an einzelnen Stellen unterbrochen sein, d. h. die Rami intergangliares fehlen. Nach Bichat ist dies am häufigsten im Brustteil der Fall. Bei manchen Tieren bleibt die gegenseitige Verbindung der Grenzstrangganglien auf größere und kleinere Strecken normalerweise aus, so bei Schlangen (J. Müller).

2. Rami communicantes.

Sie sind bereits als Äste des cerebrospinalen Systemes geschildert worden, setzen letzteres und das sympathische System miteinander in Verbindung, führen dem Sympathicus Fasern der vorderen und hinteren Wurzeln der Hirn- und Rückenmarksnerven zu, bringen aber andererseits auch Fasern des Sympathicus in die drei übrigen typischen Äste der cerebrospinalen Nerven hinein. Siehe oben S. 413 und Fig. 370, 371.

3. Die peripheren Verzweigungen des Sympathicus.

A. Halsteil.

1. Äste und Verbindungen des Ganglion cervicale superius. Fig. 301, 304, 384, 385.

a) Obere Äste.

N. caroticus internus; er dringt mit der A. carotis interna in den Canalis caroticus ein.

N. jugularis; er zieht zum Foramen jugulare und teilt sich in zwei Äste, von welchen der eine zum Ganglion jugulare n. vagi, der andere zum Ganglion petrosum n. glossopharyngei verläuft.

b) Untere Äste.

N. intergangliaris inferior, langer Verbindungsstrang zum Ganglion cervicale medium, oder (wenn dieses fehlt) zum Ganglion cervicale inferius.

N. cardiacus superior. Er verstärkt sich oft durch einen vom vorigen sich ablösenden Zweig, zieht medial vom vorigen vor dem M. longus colli herab und gelangt hinter der A. thyreoidea inferior zur oberen Brustapertur. Rechterseits zieht er hierauf längs der A. anonyma, linkerseits längs der A. carotis communis sinistra zum Herzgeflecht. Während seiner Halsbahn geht er mehrfach Verbindungen ein mit den oberen Herzästen des Vagus und dessen Kehlkopfästen. Bei seiner Einsenkung in den oberflächlichen Teil des Plexus cardiacus trifft er am konkaven Rande des Arcus aortae auf ein einfaches oder doppeltes Ganglion; im letzteren Falle pflegt das rechte das größere zu sein. Ist das Ganglion einfach, so erreicht es eine Länge von 5—6 mm und wird alsdann Ganglion cardiacum (Wrisbergi) genannt. Zuweilen findet sich schon oberhalb im Stamme des N. cardiacus superior ein kleines Ganglion, das Ganglion cardiacum superius.

Fig. 385.

Ganglion cervicale superius des Sympathicus.

c N. caroticus internus, sich in einem R. internus und externus teilend und in den Canalis caroticus eintretend; *j* N. jugularis für das Ggl. petrosum n. glossopharyngei und das Ggl. jugulare n. vagi; *XII* u. *I* Rami communicantes mit dem Hypoglossus und ersten Halsnerven; *X* Verbindungszweige mit dem Ggl. nodosum n. vagi; *II, III, IV* Rami communicantes mit dem Ramus anterior n. cervicalis II—IV; *ri* Ramus intergangliaris inferior; *cs* N. cardiacus superior; *le* Verbindungszweig zum N. laryngeus sup.; *m* Nn. carotici externi; *ph* Ramus pharyngeus zum Plexus pharyngeus, großenteils den Rami communicantes der Halsnerven entstammend.

c) Hintere Äste:

ein einfacher oder doppelter kurzer, aber starker Verbindungszweig mit dem Ganglion nodosum n. vagi;

ein Verbindungszweig mit dem Hypoglossus und starke Verbindungen mit den drei bis vier oberen Halsnerven (es sind die zugehörigen Ram communicantes).

d) Vordere Äste:

1. Nn. carotici externi, 2—3 Stämmchen, welche in der Gegend des Ursprunges der A. occipitalis an die Carotis externa herantreten, sie umgreifen und unter Plexusbildung teils abwärts, teils aufwärts begleiten. Der absteigende Teil entsendet:

   α. einen Zweig zu dem im Teilungswinkel der Carotis communis gelegenen Glomus caroticum und entwickelt:

β. den die A. thyreoidea superior umstrickenden Plexus thyreoideus superior, welcher mit dem Gefäß zur Schilddrüse gelangt.

Die aufsteigenden Zweige sind stärker und entwickeln:

γ. den Plexus caroticus externus. Dieser begleitet die Carotis externa aufwärts bis zu ihrer Teilungsstelle und enthält an der Abgangsstelle der A. auricularis posterior ein kleines Knötchen, Ganglion temporale (Scarpae).

δ. den Plexus lingualis, welcher die A. lingualis begleitet;

ε. den Plexus maxillaris externus für die A. maxillaris externa und ihre Äste. Mit der A. submentalis gelangen Fäden zum Ganglion submaxillare n. trigemini als Radix sympathica ganglii submaxillaris;

ζ. den Plexus pharyngeus ascendens für die A. pharyngea ascendens;

η. den Plexus occipitalis für die A. occipitalis;

ϑ. den Plexus auricularis posterior für die A. auricularis posterior;

ι. den Plexus temporalis superficialis für die A. temporalis superficialis;

κ. den Plexus maxillaris internus für die A. maxillaris interna und ihre Äste;

λ. den Plexus meningeus; er begleitet die A. meningea media, nimmt den N. meningeus (medius) vom 2. Trigeminusast und den N. spinosus vom 3. Trigeminusast auf und entsendet einen Faden zum Ganglion oticum (Arnold).

2. Rami laryngopharyngei, 2—3.

Diese starken Äste enthalten deutlich zum Teil unmittelbare Fortsetzungen der Rami communicantes der oberen Hälfte der Halsnerven.

3. Verbindungsfäden mit dem N. laryngeus superior des Vagus.

2. Äste und Verbindungen des Ganglion cervicale medium. Fig. 301, 304, 384.

a) Rami intergangliares, ein superior und zwei inferiores;

b) Rami communicantes von CV und VI;

c) Nn. carotici, graue Fäden, die teils zur Carotis communis, teils zur A. thyreoidea inferior gelangen und dieselbe mit zwei Fäden aus dem unteren Halsganglion umspinnen. So entstehen der Plexus caroticus communis und der mehrere kleine Ganglien führende Plexus thyreoideus inferior;

d) N. cardiacus medius. Er ist meist stärker als der obere lange Herznerv und entspringt bei Fehlen des Ganglion cervicale medium aus dem betreffenden Ramus intergangliaris. Dicht hinter der Carotis interna herabziehend, gelangt er vor oder hinter der A. subclavia zum Plexus cardiacus. Zuweilen enthält er in der Brusthöhle ein länglich-rundes Knötchen, das Ganglion cardiacum medium (Arnoldi).

3. Äste und Verbindungen des Ganglion cervicale inferius. Fig. 301, 304, 384.

Die Äste der beiden unteren Halsganglien sind, wie letztere selbst, gewöhnlich nicht streng sämtlich voneinander zu trennen; sie sind im übrigen den vorhergehenden ähnlich.

a) Rami intergangliares;

b) Rami communicantes;

c) Äste zur A. thyreoidea inferior und besonders zahlreiche Zweige zur A. vertebralis, um welche sie den Plexus vertebralis entwickeln. Dieses starke Geflecht erhält Verbindungen von den Halsnerven, welche bei den unteren Halsnerven ansehnlicher sind als bei den oberen und während seines Verlaufes im Canalis intertransversarius zu ihm gelangen. Der Plexus vertebralis zieht mit der Arterie aufwärts zu deren Gehirnästen;

d) die zur A. subclavia und ihren Ästen ziehenden Nerven bilden den Plexus subclavius;

e) um die A. mammaria int. befindet sich der Plexus mammarius int.;

f) N. cardiacus inferior, aus dem unteren Halsganglion;

g) N. cardiacus imus, aus dem ersten Brustganglion (letzterer Herznerv bestritten). f) u. g) können sich miteinander zu einem gemeinsamen Stämmchen verbinden. Sie gelangen nach kurzem Verlaufe, der linke hinter dem Arcus aortae, der rechte hinter der A. anonyma, zum tiefen Herzgeflechte.

Plexus cardiacus. Fig. 304, 384, 386—394.

Zum Geflecht der Herznerven treten die aus dem Stamme des N. vagus, aus dem N. laryngeus superior, laryngeus inferior (oder Plexus pulmonalis), sowie die aus den drei Halsganglien (und dem ersten Brustganglion) des Sympathicus beider Seiten entspringenden Herzäste zusammen. Über den bisweilen vorkommenden Herzast des N. hypoglossus siehe oben S. 336. Zahl und Stärke der Herzäste beider Seiten können sich sehr ungleich verhalten; ebenso sind die Herznerven in verschiedenen Fällen nach Zahl und Stärke, Abgang und Verbindungen veränderlich. Doch prägen sich hierin nur oberflächliche Unterschiede aus.

Bei ihrem Eintritt in die Brusthöhle nähern sich die Nn. cardiaci beider Seiten und bilden mittels zahlreicher Anastomosen ein weitmaschiges Geflecht, das Herzgeflecht, Plexus cardiacus, an welchem eine oberflächliche und eine tiefe Schicht, die jedoch miteinander zusammenhängen, unterschieden werden können.

1. Das oberflächliche Herzgeflecht, Plexus cardiacus superficialis, wird besonders von den oberen Herznerven gebildet, dehnt sich mehr nach der linken Seite aus, bedeckt den konkaven Rand des Arcus aortae und die Teilungsstelle der A. pulmonalis, und schließt an dieser Stelle ein doppeltes oder (größeres) einfaches Ganglion ein, das Ganglion cardiacum (Wrisbergi), welches als makroskopisches Ganglion übrigens auch fehlen kann.

2. Das tiefe Herzgeflecht, Plexus cardiacus profundus, liegt weiter rechts, zugleich etwas höher als das oberflächliche, unmittelbar hinter dem Aortenbogen, zwischen ihm und der Teilungsstelle der Trachea, oberhalb der A. pulmonalis. Der tiefe Plexus ist dichter und stärker als der oberflächliche.

Von beiden Abteilungen des Plexus cardiacus entwickeln sich nach verschiedenen Seiten hin Verbindungs- und periphere Zweige.

a) Verbindungszweige mit den Plexus trachealis und bronchialis;

b) Zweige für den Stamm der Aorta und Pulmonalis, Rami pulmonales. Letztere begleiten als Plexus pulmonalis die Äste der Arterie und stehen mit den Plexus pulmonales des N. vagus in Verbindung;
c) Zweige zur Wand der Vorhöfe;
d) der Plexus coronarius cordis anterior et posterior.

Der Plexus coronarius cordis anterior besteht aus Fäden, welche die Wurzel der Aorta umfassen, die A. coronaria dextra erreichen und unter reicher Geflechtbildung dem Verlaufe dieser Arterie folgen; zahlreiche Fäden gelangen von hier aus absteigend zur rechten Kammer, minder zahlreiche zum rechten Vorhofe. Der Plexus coronarius cordis posterior, stärker als der vorige, gelangt hinter der A. pulmonalis zum Anfangsteil der A. coronaria sinistra und erstreckt sich entlang der Bahn dieses Gefäßes. Er entsendet in ähnlicher Weise, wie der rechte, aufsteigende Zweige zu dem linken Vorhofe, absteigende zur linken Kammer.

Die Plexus coronarii sind im Bereich des Sulcus coronarius und an den Vorhofsgeflechten reichlich mit mikroskopischen Ganglien versehen. Alle diese Ganglien liegen oberflächlich unter dem Epikardium und dringen von hier aus nur in geringe Tiefen vor.

Die Entdeckung der Herzganglien verdanken wir Remak, welcher sie zuerst im rechten Herzohre des Kalbes auffand.

Herznerven von Tieren.

Besonders zahlreich sind (aus physiologischen Gründen) die Untersuchungen über die Herznerven des Frosches. Sämtliche Nervenfasern werden hier dem Herzen aus dem Ramus cardiacus n. vagi zugeführt. Soweit dieser den Venen anliegt, führt er im Innern des Stammes eingeschlossene und in der Peripherie desselben gelegene Ganglienzellen, von welchen Ästchen zu der Venenwand gelangen. An der Hinterwand der Lungenvene angekommen, anastomosieren die Cardiaci beider Seiten und bilden ein sehr ganglienzellenreiches Geflecht, die sogenannten Remakschen Knoten. Hierauf trennen sich die Stämme und verlaufen als vorderer und hinterer Scheidewandnerv unter beständigem Faseraustausche und mit Ganglien, den Ludwigschen Haufen durchsetzt, bis zur Anheftungsstelle des Septum im Ventrikel, um dort die Bidderschen Knoten zu bilden. Hier zerfallen sie in einzelne Bündel, die unter rascher Weiterteilung längs der Chordae tendineae zu den Muskelbälkchen der Kammer gelangen. Innerhalb dieser lösen sie sich in ein Netz auf, welches die Muskelfasern umspinnt und teilweise durchsetzt. Feinere Netze überziehen die Trabekel und die Klappen oberflächlich, d. i. subendothelial. Im oberen Drittel des Ventrikels liegen vereinzelte Ganglien, Ganglia ventricularia von Dogiel, der inneren Fläche auf, auch im Mittelstück finden sich hier und da zerstreute Ganglienzellen, das untere Drittel aber, die Herzspitze, bleibt ganglienfrei. Die Nerven des Aortenbulbus gehen nach Tumänzew und Dogiel hervor aus einem zwischen dem Anfangsteil des Bulbus und den Vorhöfen gelegenen Netz, welches seine Zweige teils von der Vorhofswand, teils von einem am unteren Ende des Vorhofes gelegenen Nerven, endlich aus dem vorderen Scheidewandnerven des Herzens bezieht. Auch die Bulbusnerven bilden ein Geflecht, welches in der Bulbusscheidewand wiederum Ganglien bildet. Endlich erhält aus der Anastomose der Remakschen Knoten die untere Hohlvene einige markhaltige Nervenfasern, welche sich zu einem Geflecht ausbreiten.

Was die feinere Beschaffenheit der Ganglienzellen des Froschherzens betrifft, so ergibt sich, daß die Zellen des Froschsympathicus einen geraden und einen spiralförmig gewundenen Fortsatz besitzen (Fig. 406); ersterer teilt sich in zwei Zweige, diese und der Stamm umgeben sich mit einer Markscheide. Der Spiralfortsatz kann ohne Markscheide unter Teilung endigen, oft aber zerfällt er in zwei Äste, die nach entgegengesetzter Richtung verlaufen. Stamm und Zweige können sich mit einer Markscheide umgeben. Mit den Ganglienzellen hängt der Spiralfaden nicht unmittelbar zusammen, sondern durch ein Oberflächennetz, welches sich an der Peripherie des Zellkörpers ausbreitet. Ausläufer des Oberflächennetzes können sogar von Zelle zu Zelle ziehen (Courvoisier, Smirnow). Es war jetzt nur noch ein Schritt zu machen, um die wahre Natur

der Spiralfaser und des Oberflächennetzes zu erkennen: die Oberflächennetze entsprechen Endbäumchen, perizellularen Fasergerüsten, die einer fremden Stammfaser angehören und letztere mit der sympathischen Zelle in Verbindung setzen.

Nicht alle Ganglienzellen des Froschherzens sind übrigens Spiralfaserzellen; es sind nämlich auch bipolare Zellen in opponierter Stellung der Fortsätze, multipolare und sogar apolare Zellen beobachtet worden.

Eine Spiralfaser ist bisher nur bei den anuren Batrachiern und einigen Reptilien gefunden worden; sie fehlt den Urodelen, Fischen und höheren Wirbeltieren. Bei den letzteren ist jedoch gerade das Oberflächennetz, das Endbäumchen, als terminale Verästelung einer fremden Faser durch Retzius und Smirnow dargestellt worden. Eine solche Endigung fremder Fasern kommt übrigens nicht nur in sympathischen Ganglien vor, sondern auch in spinalen Ganglien; hier sind es wahrscheinlich sympathische Fasern, welche um Zellen spinaler Ganglien ein perizellulares Gerüst bewirken (Cajal). Siehe oben S. 417, 418.

An den Herzen kleiner Säuger und Vögel verhält sich nach den Untersuchungen von Schklarewsky die Verteilung der Herzganglien folgendermaßen: Außer dem in der Atrioventrikulargrenze verlaufenden Ganglienringe ist ein dazu rechtwinkelig gestellter interatrialer Ring vorhanden, welcher im äußersten Umfange des Septum atriorum verläuft, während die Mitte des Septum frei bleibt. An den Durchschneidungsstellen anastomosieren beide Ringe miteinander. Beide liegen meist ziemlich oberflächlich unter dem Pericardium. Sämtliche einzelne Ganglien sind durch Nervenfaserstränge miteinander verbunden. Von den gangliösen Ringen gehen in die Atrien- und Ventrikelmuskulatur beiderseits geflechtartig sich verbindende dünne Zweige ab, welche kleinere Ganglien und einzelne eingelagerte Ganglienzellen enthalten. Die ansehnlichsten Zweige dieser Art steigen vorn und hinten an der Ventrikelwand herab; ob sie sich an der Ventrikelspitze zum Ringe schließen, bleibt unentschieden. Bei den Vögeln befindet sich ein besonderes großes Ganglion an der hinteren Durchkreuzungsstelle beider Ringe.

Über die Ergebnisse, welche Kasem-Beck und Ott bezüglich der Verbreitung der Ganglien am menschlichen Herzen erhielten, siehe unten S. 439.

Endigung des Herznerven.

Die Herzmuskulatur nimmt ihrem Baue nach eine Zwischenstellung zwischen der gestreiften Muskulatur des Körpers und der glatten ein (siehe Abt. I, S. 126). Die Endigung der den Herzmuskel versorgenden motorischen Nerven stimmt jedoch mit derjenigen Form überein, welche den glatten Muskeln zukommt: motorische Endplatten sind nicht vorhanden.

Wie Cajal mit Benutzung der schnellen Golgischen Methode zeigte, bilden die motorischen Herznervenfasern bei Reptilien, Batrachiern und Säugern perizellulare Endplexus, welche jenen der glatten Muskulatur vergleichbar sind. Allen diesen Nervenfasern fehlt das Myelin. Ihre sehr varikösen terminalen Fibrillen endigen an den Muskelzellen mit kleinen Anschwellungen, welche deren Oberfläche angelegt sind.

Diese Befunde wurden später von Retzius bestätigt. Die Nerven laufen als feine marklose Fasern den Muskelbündeln entlang, umspinnen dieselben und verzweigen sich hier und da dichotomisch. Die Endäste sowohl, wie die im ganzen nicht besonders zahlreichen Seitenäste dringen zwischen die Muskelzellenstränge hinein und endigen mit knotig varikösen feinen Endfibrillen an den Muskelzellen. Daß sie alle Muskelzellen innervieren, ist kaum möglich; es werden viele Muskelzellen gefunden, welche auch bei reichlichster Färbung der Nerven von keinen Nervenfaserenden berührt werden. Die Erregung der letzteren würde dann keine unmittelbare, sondern eine mittelbare sein. Fig. 386.

Das Herz der Säuger zeigt ganz entsprechende Verhältnisse, wie das Beispiel vom Herzen der Maus es vor Augen stellt. Fig. 387.

Das Herz enthält jedoch nicht nur motorische Nerven und Nervenendigungen; auch das Pericardium und Endocardium sind mit Nerven ausgestattet. Was diejenigen des Endocard der Säugetiere betrifft, so entspringen sie nach A. Smirnow aus den Ästen des Myocardium. Die Mehrzahl der Fasern ist marklos. Unmittelbar unter dem Myocard bilden die Ästchen ein weitmaschiges subendocardiales Geflecht, von welchem feinere Bündel ausgehen. Dann folgen in der Tiefe des Endocardium enthaltene eigentliche Endocardialnervengeflechte; feinere Bündel und einzelne Fasern, welche davon ausgehen, vereinigen sich zu einem subendothelialen Geflecht.

Die markhaltigen Fasern und ihre Äste endigen in verschiedener Tiefe des Endocard mit sensiblen Endbäumchen.

Es verbreiten sich bekanntlich, wie neuerdings V. Schmidt feststellte, Nerven im Pericardium, Myocardium und Endocardium:

Vom Plexus epicardiacus dringen feine Fasern gegen das Epithel des Epicardium vor und endigen frei zwischen und unter den Epithelzellen.

Die dem Myocardium angehörigen Nerven bilden einen Generalplexus im Myocardium, mit 3 Teilen, wie sie von L. Gerlach beschrieben wurden als fundamentaler, perimuskulärer und intermuskulärer Plexus.

Im Myocardium kommen aber auch Fasern vor, welche die Arterien und Venen mit zwei Geflechten versorgen.

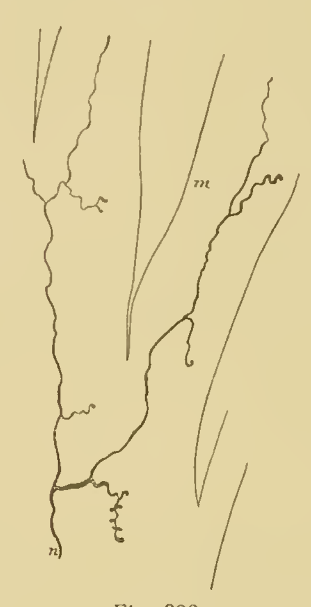


Fig. 386.



Fig. 387.

Fig. 386. **Nervenendigung im Herzen des Frosches.** (G. Retzius.) *m* Muskelbündel; *n* Nervenfaser.

Fig. 387. **Nervenendigung im Herzen der Maus.** (G. Retzius.) *m* Muskelbündel; *n* Nervenfaser.

Unter dem Endocard gibt es ein nervöses Geflecht; auch im Endocard gibt es ein besonderes Geflecht, sogar unter dem Endothel ist ein besonderes Geflecht vorhanden; sie alle bilden die Smirnowschen Herzgeflechte (Fig. 388, 389). Auch in den Vorkammern und Herzohren kommen diese Geflechte vor.

Die Endverzweigung im Myocard geschieht unter Ausbildung kleiner terminaler Noduli, die mit den Muskelzellen in Kontakt stehen. Auch gabelförmige Verzweigungen kommen vor. Diese sind analog einer früheren Entwicklungsstufe der motorischen Endplatten der gestreiften Muskeln. Im Bindegewebe des Myocard kommen terminale Endbüsche vor, die von einzelnen Fasern ausgehen (Smirnow). Im Myocardium der Ventrikel sind kleine multipolare Nervenzellen zerstreut, deren Neurit sich zu einem Nervenstämmchen begibt. Die Nervenzellen der extracardialen Ganglien sind von perimuskulären Nervengeflechten umgeben, von welchem mindestens zwei Nervenfasern ausgehen. Der eine Teil solcher Fasern zieht zum Myocardium.

Dicht unter dem Pericardium liegen viele Nervenstämmchen, die überwiegend aus markhaltigen, teilweise aus marklosen Fasern bestehen. Die Endapparate werden gebildet von einem Netze von Nervenfäden, zwischen denen sternförmige Bindegewebszellen als Stützapparate gelagert sind. Von diesen Netzen können sich Fäden abzweigen, welche neue Endapparate bilden. Die Anzahl der letzteren ist überaus groß. Im Endocard liegen Endapparate der gleichen Art (Smirnow).

Dicht unter dem Endothel der Blutgefäße, aber auch in der Adventitia, kommen ebenfalls solche Endapparate vor.

Schmidt, Victor, Die Innervation des Herzens. Petersburg 1897 (russisch, mit französischer Zusammenfassung). — Smirnow, Al., Über die Endigungen im Herzen bei Amphibien und Säugetieren. Anat. Anz. X.

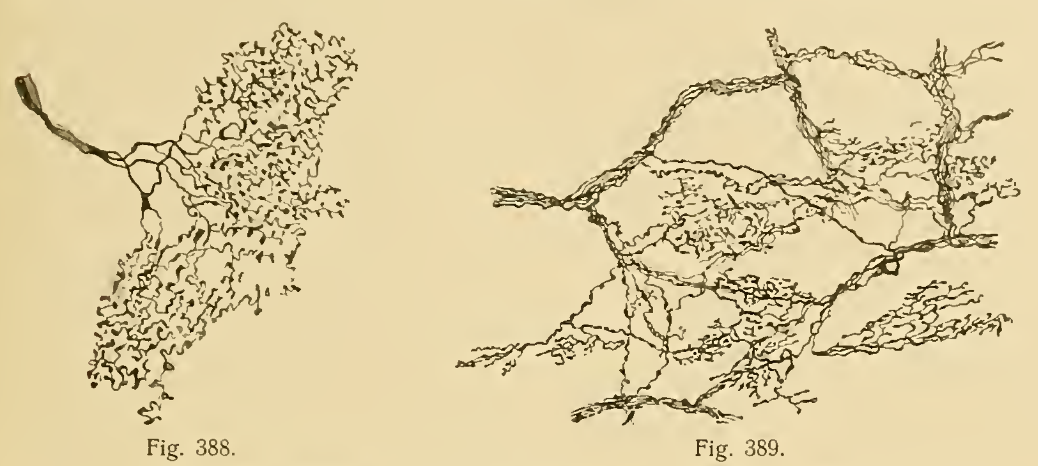


Fig. 388. Fig. 389.

Fig. 388. **Sensible Nervenendigung aus dem Vorhofsendocard des Hundes.** (Atrium dextrum), mit einer marklosen, später markhaltigen Nervenfaser in Verbindung.

Fig. 389. **Kleines Stück des Endocardialgeflechtes aus dem linken Vorhof der Katze.** (Al. Smirnow.) Von diesem Geflecht gehen marklose, zum Teil variköse Fädchen aus, die mit Endverästelungen in Verbindung stehen.

Entwicklung des Herznervensystemes.

Um das Herznervengeflecht und die Ganglienversorgung des Herzens besser zu verstehen, ist es erforderlich, die Endform des Herzens auf eine Frühform, welche einer S-förmigen Doppelschlinge und schließlich einem geraden Rohre entspricht, zurückzubringen. Es ergibt sich bei dieser Betrachtung schon von vornherein die große Wahrscheinlichkeit, daß die Atrien und das Gebiet des Venensinus von den unteren, die Aorta ascendens und die A. pulmonalis von den oberen Herznerven versorgt werden. Fig. 390.

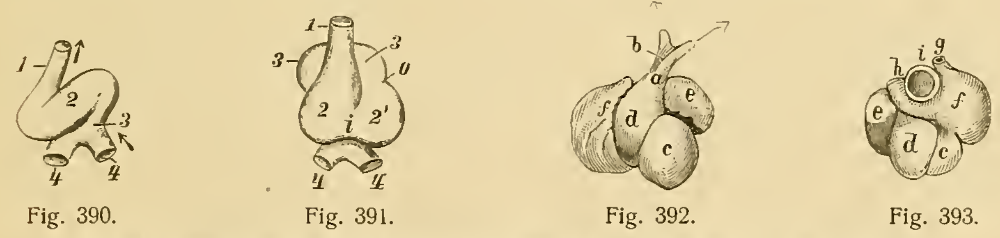


Fig. 390. Fig. 391. Fig. 392. Fig. 393.

Fig. 390. **Embryonales Herz auf der Stufe der Sförmigen Doppelschleife, vordere Ansicht.** 1 Truncus arteriosus; 2 Kammer; 3 Vorhof mit der Mündung der beiden Vv. omphalomesentericae.

Fig. 391. **Embryonales Herz von derselben Form, auf etwas späterer Stufe.** 1 Truncus arteriosus; 2 rechte Kammer; 2' linke Kammer; 3 Herzohren; 4 die beiden Venenschenkel des Herzens; *i* Sulcus interventricularis; *o* dem Ohrkanal entsprechende Außenfurche. Vordere Ansicht.

Fig. 392. **Herz eines Fetus von 5 Wochen, von vorn.** (Al. Ecker.)

Fig. 393. **Dasselbe Herz, von hinten.**
a Bulbus aortae; *b* Divisio bulbi; *c* Ventriculus sinister; *d* Ventriculus dexter; *e* Atrium sinistrum; *f* Atrium dextrum; *g* Vena cava superior (dextra); *h* Vena brachiocephalica (Vena capa superior sinistra) in Verbindung mit dem Sinus coronarius cordis; *i* Vena cava inferior.

Aus der Entstehungsgeschichte des Herzens erklärt sich aber nicht allein diese letztere Erscheinung, sondern auch die andere, daß ein in der Brusthöhle gelegenes Organ von Kopf- und Halsnerven versorgt wird. Das Herz ist ursprünglich ein Organ des Kopfes und Halses und rückt erst nachträglich, einen ansehnlichen Descensus ausführend, in die Brusthöhle herab, wobei seine Nerven ihm folgen.

Diese, schon in einer früheren Auflage des Buches von Rauber ausgesprochene Vermutung hat unterdessen eine Bestätigung erhalten durch die gründliche Untersuchung von W. His jr. über die Entwicklung der Herznerven, welche außerdem eine Reihe interessanter Verhältnisse feststellte.

Nach His fällt der Beginn der Herznervenentwicklung beim menschlichen Embryo in das Ende der vierten oder den Anfang der fünften Woche. Die Nerven stammen von Anfang sowohl aus dem Vagus, wie aus dem Sympathicusgrenzstrange. Fasern und Ganglienzellen treten zu gleicher Zeit auf.

Die zuerst entwickelten Nerven sind diejenigen des Arterienbulbus und gehören teils dem Vagus, teils dem Sympathicus an. Zu den Vorhöfen treten zu dieser Zeit weder Nervenzweige noch finden sich an ihrer Wand Ganglienzellen. Die weitere Entwicklung der Herznerven erfolgt in der Weise, daß aus dem Vagus und Sympathicus unterhalb der Bulbusnerven neue Zweige hervorgehen, welche nun dem venösen Ende des Herzens zustreben und sich an der hinteren Vorhofswand zu einem Geflecht vereinigen. Diesem Geflecht gesellen sich Zweige zu, welche aus dem Aortengeflecht stammen. Im ganzen kommen drei Geflechte zur Ausbildung, das Bulbus-, Vorhofs-, und das beide miteinander verknüpfende Verbindungsgeflecht. Fig. 394.

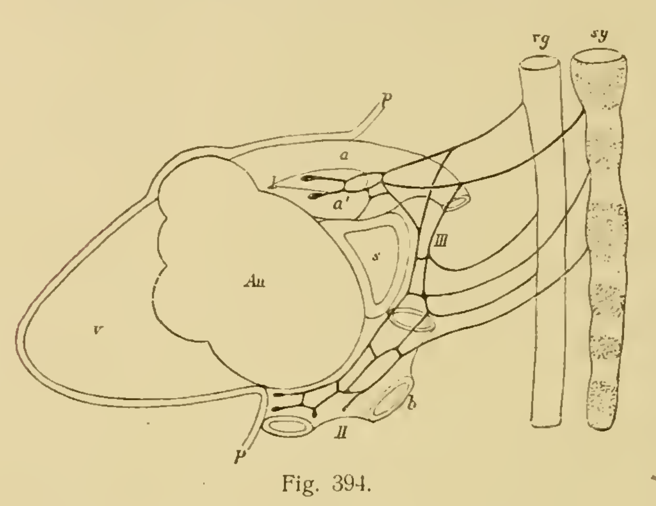


Fig. 394.

Schematische Darstellung des Herzgeflechtes menschlicher Feten. *a* Aorta; *a'* Pulmonalis; *b* Vorhof mit den Venenmündungen; *Au* Herzohr; *v* Ventrikel; *vg* N. vagus; *sy* N. sympathicus; *p*, *p* Pericard; *s* Sinus transversus pericardii; *I* Bulbusgeflecht; *II* Vorhofsgeflecht; *III* Verbindungsgeflecht. (W. His jr.)

α. Das am frühesten entstandene Bulbusgeflecht dringt bei Feten der siebenten Woche zwischen Aorta und Pulmonalis ein und bedeckt deren zugekehrte Flächen ungefähr bis zur Höhe der Semilunarklappen. Dort gabelt es sich und schickt einen kurzen mächtigen Zweig links von den Pulmonalarterien zur Atrio-Ventrikularfurche, einen anderen zwischen Pulmonalis und Aorta durch, welcher rechts in die Koronarfurche übergeht. Beide Zweige führen bis zum Ende zahlreiche Ganglienzellen; sie verlaufen unter dem visceralen Pericard und enden in dem die Koronarfurche auskleidenden lockeren Zwischengewebe. Diese Zweige bilden die Anlage der späteren Atrioventrikularganglien und der den Ventrikel innervierenden Koronarnerven. Doch sind sie zu dieser Zeit noch in Ausbildung begriffen und die Ventrikel zurzeit noch nervenlos.

β. Das Verbindungsgeflecht setzt sich zusammen aus Zweigen, die sich von den Bulbusnerven ablösen; ihnen gesellen sich Äste zu, die aus dem Vagus und Sympathicus weiter unten entspringen. Das Geflecht liegt in der Konkavität des Aortenbogens und wird links von dem Ductus arteriosus (Botalli), rechts von der oberen Hohlvene begrenzt. Mit Ausnahme von Hohlvenenzweigen innerviert das Verbindungsgeflecht keine Herzteile, sondern dient allein zur Verbindung des Bulbusgeflechts mit dem

γ. Vorhofsgeflecht. Dieses enthält außer den Verbindungsnerven jederseits den untersten Herzast des Vagus und breitet sich in einem Raume aus, welcher seitlich durch die oberen Hohlvenen, unten durch den Umschlag des Pericard auf das Zwerchfell, oben durch den Sinus transversus pericardii begrenzt wird. Das Geflecht wird durch ein engmaschiges Netzwerk von Nerven gebildet und ist in seiner ganzen Ausdehnung sehr reich an Ganglienzellen.

In späterer Zeit, im neunten Fetalmonat, entwickeln sich noch die Koronarnerven und weitere Teile der Vorhofsnerven; dann ist bereits die Endform des Herznervensystems erreicht.

Die Hisschen embryologischen Ergebnisse stimmen, wie er selbst lobend hervorhebt, mit der von Scarpa 1794 gelieferten Beschreibung im wesentlichen überein. Scarpa nämlich unterschied als der erste im Herzgeflecht drei Abteilungen, sein Plexus arorticus superficialis entspricht dem Bulbusgeflecht, sein Plexus aorticus profundus dem Verbindungsgeflecht, sein Vorhofsplexus dem gleichnamigen Plexus des Fetus.

Die Ausbreitung der Ganglien am erwachsenen Herzen, von Kasem-Beck und Ott untersucht, verhält sich wie beim menschlichen Fetus, die Ganglien kommen nur im Bereich der drei genannten Geflechte und des anstoßenden Teiles der Vorhofswand vor; die Kammern aber entbehren derselben. Nach neueren Untersuchungen von Engel, über welche Aschoff (Deutsche med. Wochenschrift 1910) berichtet, kommen aber auch im Reizleitungssystem des menschlichen Herzens (Hissches Bündel) zahlreiche markhaltige und marklose Nervenfasern sowie Ganglienzellen vor.

Nach His jr. sind wahrscheinlich alle im Herzen vorkommenden Ganglien und Geflechte sympathischer Art, während der Vagus keine Ganglienelemente zu liefern hat; selbst die Herzäste des Vagus sind vielleicht sympathischer Art, durch eine Wanderung von Teilen des embryonalen Ganglion cervicale I an das Ganglion nodosum vagi vermittelt. — Die embryonalen Ganglienzellen der Herzgeflechte unterscheiden sich von den sensiblen Zellen der Spinalganglien einmal durch den Mangel eines größeren Protoplasmakörpers und namentlich durch anfängliche Unipolarität. Die Richtung des einzigen Fortsatzes ist, wenn nicht durchgreifend, so doch überwiegend eine zentripetale. Späterhin treten mehrere Ausläufer auf. Die Zellen des Sympathicus stimmen mit den Herzganglienzellen zunächst ganz überein; später nehmen letztere an Größe zu.

Schumacher, S. v., Zur Frage der Herzinnervation bei den Säugetieren. Anat. Anz. XXI, 1902. — „Wenn wir die Nervi depressores als die sensiblen Nerven der Aorta ansehen müssen, so würden die Nn. accelerantes im wesentlichen ihre Endigungen in den Wänden beider Kammern finden, und zwar würde der linke N. accelerans die linke Kammer versorgen, während der rechte hauptsächlich seine Endausbreitung auf der rechten Kammer fände.“ —

B. Brust- und Bauchteil des Sympathicus.

1. Astbildung und Verbindungen.

Die Kette der Brust- und Lendenganglien des Sympathicus bringt folgende Äste und Verbindungen hervor:

1. Rami intergangliares, welche die Längsverbindungen zwischen den einzelnen Ganglien vermitteln;

2. Rami communicantes, welche die Verbindung mit den spinalen Nerven herstellen;

3. Äste zur Aorta thoracalis. Sie bilden ein Geflecht um dieselbe, Plexus aorticus thoracalis, welches oben mit den peripheren Strahlungen zur Aorta aus dem Plexus cardiacus zusammenhängt, unten durch den Hiatus aorticus des Zwerchfelles mit der Aorta in die Bauchhöhle tritt und mit dem Plexus coeliacus in Verbindung steht.

Auch von der Pars lumbalis des Grenzstranges ziehen Äste teils zum Plexus renalis, großenteils aber zum Plexus aorticus abdominalis und Plexus hypogastricus. Nach Sappey dringen hier wie im Brustteil einzelne dieser Fäden auch in die Wirbelkörper ein.

4. Verstärkungsäste zum Plexus bronchialis posterior.

5. N. splanchnicus major. Die Brustganglien, vom 6. bis zum 9., senden je einen markweißen Ast von der Beschaffenheit spinaler Nerven medianwärts und abwärts aus. Diese Äste treten nach und nach zu einem ansehnlichen Nerven, dem großen Eingeweidenerven, zusammen, welcher, gedeckt von der Pleura, auf den Wirbelkörpern herabläuft, durch den Lendenteil des Zwerchfelles (mit der V. azygos) in die Bauchhöhle gelangt und in das Ganglion coeliacum eintritt. Kurz vor seinem Durchtritt durch das Zwerchfell liegt ihm ein kleines Ganglion, Ganglion splanchnicum (Arnold) an, welches einen Teil der Fasern des Splanchnicus aufnimmt, feine Fäden zum Plexus aorticus und einen längeren Faden durch das Zwerchfell zum Plexus coeliacus sendet. Fig. 304, 384, 395.

Der N. splanchnicus major erhält seine markhaltigen Nervenfasern aus den Rami communicantes des 4. bis 9. Brustnerven. Sie ziehen, im Grenzstrange angelangt, an dessen medialer Seite herab und verlassen denselben früher oder später als Splanchnicuswurzeln. Der Splanchnicus ist jedoch kein reiner Spinalnerv, er enthält auch sympathische Fasern. Das Verhältnis der marklosen zu den markhaltigen Fasern ist nach Rüdinger 1:5.

Der N. splanchnicus erhält teils vasomotorische Nervenfasern (für die Darmgefäße), teils motorische Fasern (für die Darmmuskeln), teils sensible Fasern. Ein Teil der motorischen Fasern zeigt die Eigenschaft der Hemmungsnerven, indem ihre Reizung die Peristaltik hemmt; ein anderer Teil aber (excitierende) beschleunigt die Peristaltik.

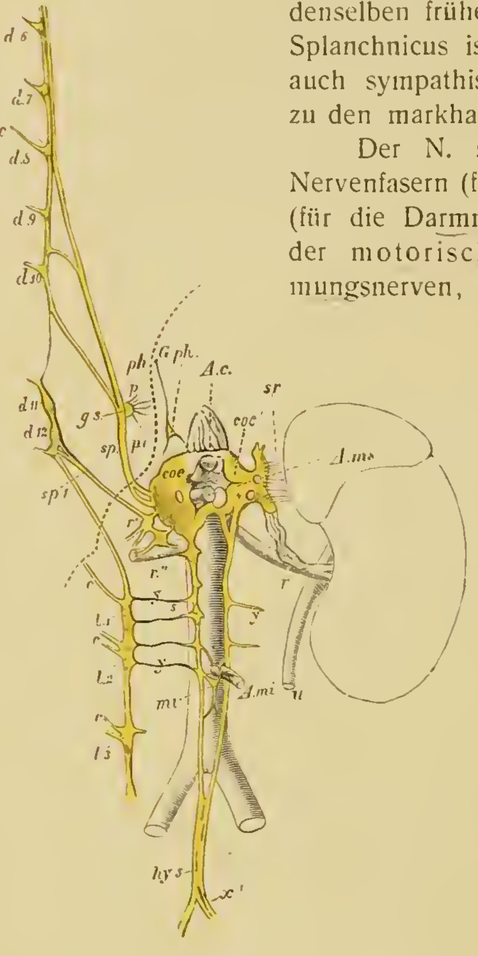


Fig. 395.

Nn. splanchnici und Bauchgeflechte des Sympathicus. Nach einem Präparat vom Kinde.

Die punktierte Linie zwischen *g.s* und *g.ph* bedeutet die Schnittlinie des Diaphragma. Links sind Nebenniere und Niere skizziert, rechts ein Teil des Grenzstranges mit den Nn. splanchnici dargestellt. *A.c* A. coeliaca; *A.ms* A. mesenterica superior; d_6, d_7—d_{12} sechstes bis zwölftes Brustganglion des Grenzstranges; l_1, l_2, und l_3 Lumbalganglien desselben; *c*, *c* Rami communicantes; *sp* N. splanchnicus major; sp_1 N. splanchnicus minor; *g.s* Ganglion splanchnicum; *p*, *p'* dessen periphere Fäden; *coe* rechtes, *coe'* linkes Ganglion coeliacum; *G.ph* Ganglion phrenicum; † Stelle der Einsenkung des linken N. splanchnicus major in die hintere Wand des G. coeliacum sinistrum; *s.r* Plexus suprarenalis; *r* Plexus renalis; *r'*, *r''* Ganglion desselben auf der rechten Seite. Vom unteren Ende der Ganglia coeliaca entwickeln sich die beiden die Aorta begleitenden Stränge des Plexus aorticus abdominalis; *s* Ganglion des letzteren (G. spermaticum); *y*, *y* Verbindungsfäden mit dem Grenzstrange; *mi* Ganglion mesentericum inferius; *hy.s* Plexus hypogastricus; *x* Anfang des Plexus hypog. inferior; *u* Ureter.

6. N. splanchnicus minor (Fig. 304, 384, 395). Er entspringt gewöhnlich mit zwei Wurzeln aus dem Grenzstrange, und zwar aus dem zehnten und elften Ganglion thoracale. Für die Abstammung seiner Fasern gilt im allgemeinen das über den Splanchnicus major Angegebene. Der kleine Eingeweidenerv durchsetzt das Zwerchfell entweder gemeinsam mit dem Splanchnicus major, oder lateral von ihm, medial vom Grenzstrange. In der Brusthöhle verbindet er sich zuweilen mit dem Splanchnicus major, gewöhnlich aber bleibt er selbständig und schickt jenem nur Verbindungsfäden zu. Endlich begibt er sich zu jenem Teile des Plexus coeliacus, welcher die Wurzel der A. renalis an ihrer oberen und hinteren Seite umgibt, und verbindet sich hier mit dem kleinen Ganglion renaliaorticum. Ein Zweig des Splanchnicus minor, der R. renalis, gelangt unmittelbar zum Plexus renalis. Dieser Zweig kann auch selbständig aus dem Grenzstrange entspringen und heißt dann N. splanchnicus minimus s. imus.

2. Die Geflechte des Brust- und Bauchteiles des Sympathicus.

1. Plexus aorticus thoracalis.

Er geht aus dem peripheren Teil des Plexus cardiacus hervor, soweit Äste von diesem zur Aorta ascendens gelangen. In die Fortsetzung dieses Geflechtes greifen

jene Fäden ein, welche von den Brustganglien (teilweise auch vom N. splanchnicus major) zur Aorta ziehen. Durch den Hiatus aorticus dringt dieser lockere Plexus in die Bauchhöhle und hängt hier mit dem Plexus coeliacus zusammen.

*2. **Plexus coeliacus** (Eingeweide- oder Sonnengeflecht, Cerebrum abdominale).*

Dieses mächtige Geflecht umgibt die Ursprünge der Aa. coeliaca und mesenterica superior, erstreckt sich lateral bis zu den Nebennieren, aufwärts bis zum Hiatus aorticus, abwärts bis zur Wurzel der A. renalis. Der Plexus coeliacus liegt hiernach auf dem Anfangsteil der Aorta abdominalis, vor den medialen Schenkeln des Zwerchfelles. Fig. 304, 384, 395.

Die wichtigsten Wurzeln des Plexus coeliacus sind:

1. Die Nn. splanchnici.
2. Die abdominalen Äste der Nn. vagi, insbesondere des rechten (Rr. coeliaci).
3. Mehrere Zweige der letzten Brust- und der zwei obersten Lendenganglien.
4. u. 5. Oben hängt der Plexus coeliacus mit dem Plexus aorticus thoracalis zusammen, nachdem dieser in die Bauchhöhle eingetreten ist. Abwärts setzt er sich in den Plexus aorticus abdominalis fort.

Die Grundlage des Plexus coeliacus bildet ein paarig gelagertes, halbmondförmiges Ganglion von graurötlicher Farbe und ansehnlicher Größe, das Ganglion coeliacum. Die Konvexität dieses Ganglion ist lateralwärts, die Konkavität medianwärts gerichtet; der konvexe Rand reicht nahe bis zum medialen Rande der Nebenniere. Das linke Ganglion liegt näher der Mittellinie und teilweise auf der Aorta, das rechte ist mehr zur Seite gerückt und ruht in der Gegend der Spalte zwischen der medialen und der lateralen Zacke des Zwerchfelles. Durch eine Anzahl kurzer grauer Fäden sind beide Ganglia coeliaca, deren obere und untere Hörner ohnedies einander nahe liegen in gegenseitige Verbindung gesetzt. Durch größere Annäherung, ein- oder doppelseitige Verschmelzung ergibt sich eine ringförmige Gestalt des Doppelganglion, welches dann auch Ganglion solare genannt wird. Durch zunehmende Einkerbungen kann andererseits eine mehr oder weniger weit gehende Zerklüftung in einzelne Stücke eintreten. Einige dieser isolierten Teile sind als besondere Ganglien beschrieben worden.

Besonders häufig zeigt sich ein kleiner isolierter Knoten an der rechten unteren Seite des Anfangsteiles der A. mesenterica superior, das unpaare Ganglion mesentericum superius; besonders häufig ist ferner ein anderer Knoten am oberen hinteren Umfange der A. renalis, das Ganglion renaliaorticum. In letzteres tritt, wie oben erwähnt, gewöhnlich der N. splanchnicus minor ein, während der Splanchnicus major, zuweilen in zwei Äste gespalten, die hintere Fläche des lateralen Teiles des Ganglion coeliacum aufsucht. Ein drittes unpaares Ganglion ist das Ganglion phrenicum, in der Nähe des oberen Endes der rechten Nebenniere an der unteren Fläche des Zwerchfelles gelegen. Als Ursachen der Zerklüftung machen sich im allgemeinen einmal die Einsenkung besonderer Wurzeln, sodann der Abgang besonderer Äste nach bestimmten Richtungen geltend. Die vielfache Kreuzung und Verkettung der Elemente, insbesondere die strahlige Richtung der zahlreichen Ausläufer rechtfertigt die ältere Benennung Sonnengeflecht, Plexus solaris.

Aus dem Plexus coeliacus gehen folgende, teils paarige, teils unpaare sekundäre Plexus hervor.

a) Paarige sekundäre Geflechte des Plexus coeliacus.

α. Plexus phrenicus. Er wird von Fäden gebildet, welche um die Aa. phrenicae inferiores ein lockeres Geflecht bilden und mit den Rami phrenicoabdominales des N. phrenicus in Verbindung treten. Rechts erfolgt diese Verbindung durch Vermittlung eines besonderen Ganglion, des bereits erwähnten Ganglion phrenicum. Letzteres ist nicht zu verwechseln mit den im Zwerchfell selbst gelegenen, in den Teilungswinkeln der Phrenicusverzweigung gelegenen kleinen Ganglien. Siehe S. 354.

β. Plexus suprarenalis.

Es sind dies zahlreiche, meist parallel laufende, zum großen Teil weiße Fäden, die vom lateralen Rande des Ganglion ausgehen, durch Fäden vom Plexus phrenicus verstärkt werden und sich in die hintere mediale Fläche der Nebenniere einsenken. Sie sind mit kleinen Ganglien versehen, durchziehen die Nebenniere in radiärer Richtung und bilden in der Substanz derselben ein Geflecht, in welchem einzelne zerstreute Ganglienzellen vorkommen.

γ. Plexus renalis.

Der mächtige Plexus renalis begleitet die A. renalis, entwickelt sich aus dem Plexus coeliacus und dem Anfang des Plexus aorticus abdominalis, ferner aus dem N. renalis posterior des N. splanchnicus minor, und aus Fäden der Pars lumbalis des Grenzstranges. Sie sind mit kleinen Ganglien versehen, den Ganglia renalia. Die Fäden sind meist solche grauer Art. Aus dem Plexus renalis geht ein Faden zum Ureter herab. Die Ureternerven enthalten Ganglienzellen in zerstreuter und zu kleinen Knötchen gehäufter Anordnung.

δ. Plexus spermaticus.

Er besteht aus grauen Fäden, die sich aus den Plexus renales und mesentericus superior abzweigen und durch Fäden aus dem Plexus aorticus abdominalis verstärkt werden. Die Vasa spermatica interna begleitend, gelangt er beim Manne zum Hoden, beim Weibe zum Ovarium und zum Fundus uteri. Hier verbindet er sich mit dem Plexus uterinus. Einer der Nervenfaserzüge gelangt auch zur Fimbria ovarica und zum äußersten Ende der Tuba uterina.

b) Unpaare sekundäre Geflechte des Plexus coeliacus.

ε. Plexus gastricus superior.

Er begleitet die A. gastrica sinistra, gelangt mit ihr zur kleinen Magenkurvatur, tritt hier mit den Plexus gastrici des Vagus in Verbindung und steht durch feine, auf die A. gastrica dextra übergehende Fasern mit dem Plexus hepaticus in Zusammenhang. Er enthält einzelne mikroskopische Ganglien (C. Krause).

ζ. Plexus hepaticus.

Das Lebergeflecht setzt sich aus Ästen besonders des rechten Vagus und des Plexus coeliacus zusammen. Starke, platte Stränge umgeben in Form eines engmaschigen Netzes die A. hepatica und die Ductus choledochus, hepaticus und cysticus, feine Äste gelangen auch zur Pfortader. In dem Geflecht sind kleine mikroskopische Ganglien und einzelne zerstreute Ganglienzellen enthalten. Mit den Ästen des Ductus hepaticus und der A. hepatica dringen zahlreiche feine Zweige ins Innere der Leber, welche überwiegend aus marklosen Fasern bestehen.

Abzweigungen des Lebergeflechtes folgen den Ästen der Arteria hepatica, die als A. gastrica dextra und A. gastroduodenalis bekannt sind, zur kleinen Kurvatur des Magens, zur großen Kurvatur desselben und zum Pankreas. Man nennt das der A. gastroduodenalis folgende Geflecht den Plexus gastricus inferior. Mit dem Ductus cysticus und der A. cystica dringen feine Nervennetze zur Gallenblase, welche im Körper und Grunde derselben Ganglienzellen führen. Dieser Plexus liegt teils zwischen der Serosa und Muscularis, teils zwischen der letzteren und der Mucosa (L. Gerlach).

ι. Plexus lienalis.

Das Milzgeflecht bezieht seine Fäden besonders aus dem linken Ganglion coeliacum und aus dem rechten Vagus. Die Fäden umspinnen die A. lienalis und ihre Zweige. So gelangen Fasern des Plexus zur großen Kurvatur, besonders zum Magengrunde und zum Pankreas. Die Milznerven bestehen größtenteils aus marklosen Fäden.

ϑ. Plexus mesentericus superior.

Er geht aus dem unteren Rande des Plexus coeliacus hervor und begleitet mit weißgrauen, netzförmig verbundenen Fäden die A. mesenterica superior und ihre Verzweigungen. Deutlich ist in dem Plexus mesentericus superior die Beteiligung von Fasern der Splanchnici und der Vagi ausgesprochen. Der Astfolge der A. mesenteria superior entsprechend können mehrere Reihen von Zweigen des Plexus unterschieden werden, so

1. Rami pancreaticoduodenales, für den Kopf des Pankreas und den unteren Teil des Duodenum;
2. Rami intestinales, für das Jejunum und Ileum;
3. Rami colici für das Caecum, Colon ascendens und einen Teil des Colon transversum.

Am Mesenterialrande des Dünndarmes treten die Nerven unter der Serosa in geflechtartige Verbindung und senden durch die Längsmuskulatur zahlreiche Fäden zu einem Ganglienplexus, welcher zwischen der Längs- und Ringschicht der Muscularis gelegen ist. Dieser Plexus hat den Namen Plexus myentericus oder Auerbachscher Plexus. Er besteht aus Längs- und Querbündeln, welche in den Knotenpunkten neben marklosen Fasern zahlreiche kleine und mittlere multipolare Ganglienzellen führen. Letztere sind die Ausgangspunkte neuer markloser Fasern. Von diesem Geflecht entwickelt sich an der inneren Seite ein sekundärer ganglienzellenloser Plexus feinster markloser Fasern, welche die Muscularis innervieren. Das Auerbachsche Geflecht ist im ganzen Dünn- und Dickdarm vorhanden; es fehlt auch nicht im Magen und erstreckt sich über die Speiseröhre hinaus zur Schlundwand, um hier sein Ende zu finden; im Gebiet des M. buccinator ist es nicht mehr vorhanden. Siehe Abt. IV, S. 96, 110, 125.

Einwärts vom Plexus myentericus und mit ihm durch zahlreiche Nervenfäden verbunden befindet sich in der Submucosa des Darmes der Plexus submucosus oder das Meißnersche Geflecht. Seine Maschen sind weiter; es enthält jedoch ebenfalls Ganglienzellen und Ganglienzellengruppen. Es ist für die Gefäße der Submucosa, für die Brunnerschen Drüsen, wahrscheinlich auch für die Muscularis mucosae, ferner für die Schleimhaut bestimmt. In der Schleimhaut bilden die Fädchen ein die Lieberkühnschen Drüsen umspinnendes Geflecht. Feine Nervennetze dringen in die Zotten selbst vor und finden hier ihre Ausbreitung.

Der Meißnersche Plexus hat dieselbe Ausdehnung wie der Auerbachsche und erstreckt sich durch den ganzen Darmkanal.

An den Nerven des Mesenterium kommen Vater-Pacinische Körperchen vor. Besonders sind solche am Plexus lienalis, im Anfangsteil des Plexus mesentericus superior gefunden worden. Konstant befinden sie sich auch in dem Bindegewebe hinter dem Pankreas.

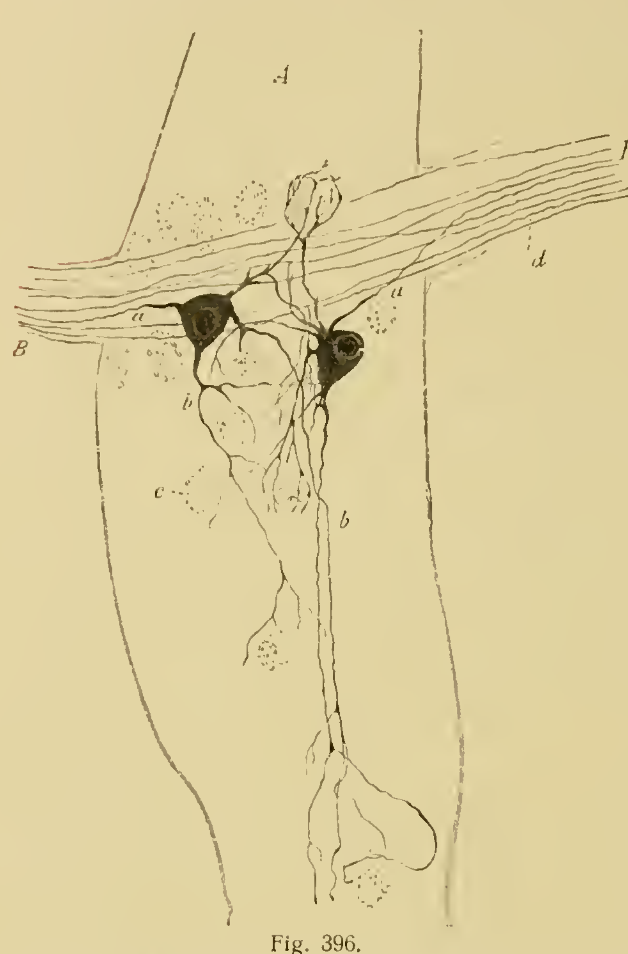


Fig. 396.

Zellen eines Ganglion des Auerbachschen Geflechtes vom Meerschweinchen. (A. S. Dogiel, 1895.)

a Neurit; *b* Dendriten, von welchen einige die sympathischen Zellen umflechten; *c* sympathische Zellen mit körnigem Pigment, welche mit Methylenblau nicht gefärbt sind; *d* Nervenfasern der Bündel. *A* Ganglion; *B* Nervenfaserbündel, welche die Ganglien miteinander verbinden.

3. *Plexus aorticus abdominalis.*

Das Bauchaortengeflecht entwickelt sich aus dem Plexus coeliacus und bildet im wesentlichen zwei, den Seiten der Aorta aufliegende, durch Queräste verbundene Stränge, welche abwärts konvergieren und sich unterhalb der A. mesenterica inferior zum Plexus hypogastricus superior vereinigen. Sie werden verstärkt durch die von den Ganglia lumbalia zugesendeten Äste. An den Vereinigungsstellen dieser mit dem Plexus sind kleine Ganglien gefunden worden. Beide Längsstränge schicken zur Wurzel der A. mesenterica inferior mehrere Fäden ab, die gegen ein an der unteren Seite jener Arterie liegendes Ganglion, Ganglion mesentericum inferius, ziehen und in ein Geflecht übergehen, welches die A. mesenterica inferior und ihre Zweige umgibt, Fäden zum Colon descendens, zum Colon sigmoideum und zum oberen Teil des Rektum gelangen läßt.

4. *Plexus mesentericus inferior.*

Er begleitet die A. colica sinistra und die A. haemorrhoidalis sup. Die von ihm zum oberen Teil des Rektum ziehenden Äste, Nn. haemorrhoidales supp., bilden den Plexus haemorrhoidalis sup.

5. *Plexus iliacus.*

Er begleitet die A. iliaca communis, setzt sich auf die A. iliaca externa und die A. femoralis und poplitea fort. Hier heißt er Plexus femoralis und Plexus popliteus.

6. Plexus hypogastricus superior.

Das obere Beckengeflecht ist die unpaare Fortsetzung des Plexus aorticus abdominalis, liegt auf dem unteren Teil der Aorta abdominalis und setzt sich von hier aus über die Teilungsstelle der Aorta bis zum Promontorium fort. Das Geflecht wird verstärkt durch Fäden, welche aus den unteren Lendenknoten zu ihm gelangen. Das Geflecht setzt sich fort in die beiden Plexus hypogastrici inferiores des Beckens.

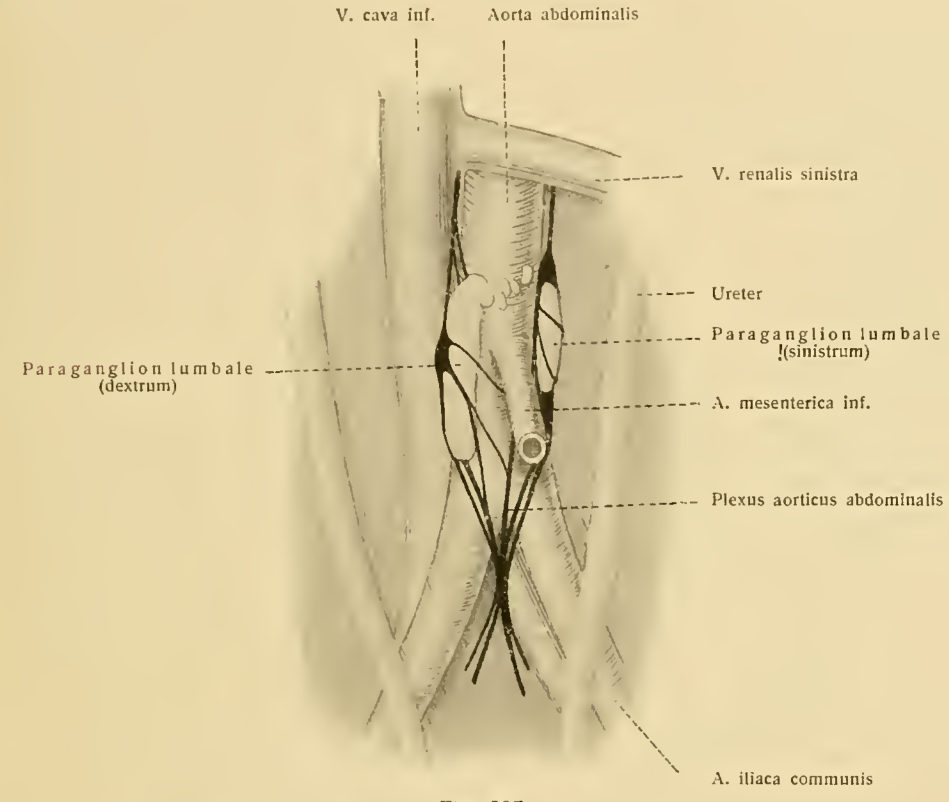


Fig. 397.
Sympathische Nebenkörper eines Neugeborenen. (E. Zuckerkandl, 1901.)

Die Nebenorgane des Sympathicus (Zuckerkandl) **Paraganglien** (Kohn). Fig. 397.

Als Paraganglien bezeichnet Kohn besondere Organe, welche nach Herkunft und Lage stets in enger Beziehung zum Sympathicus stehen und aus besonderen, Chromsalze begierig aufnehmenden und festhaltenden Zellen (chromaffinen Zellen), Nervenzellen und Nervenfasern bestehen und sehr gefäßreich sind.

Zu diesen Organen gehören die Carotisdrüse (Abt. III, S. 280), die Marksubstanz der Nebenniere (Abt. IV, S. 279), sowie die Nebenorgane des Sympathicus, welche Zuckerkandl im retroperitonäalen Gewebe neben der Aorta gefunden hat. An den genannten Stellen sind die chromaffinen Zellen in größeren Mengen, als verhältnismäßig selbständige Gebilde, vorhanden; sie finden sich aber zerstreut in größerer und geringerer Zahl innerhalb der sympathischen Nerven und Ganglien.

Wenn man auf Grund dieser Feststellungen den Paraganglien besondere

Stellung und besondere Bezeichnung geben will, so können die Carotisdrüse als Paraganglion intercaroticum, die Marksubstanz der Nebenniere als Paraganglion suprarenale, die Zuckerkandlschen Nebenorgane als Paraganglia lumbalia bezeichnet werden.

Zuckerkandl, E., Über Nebenorgane des Sympathicus im Retroperitonäalraum des Menschen. Verh. anat. Ges. 1901. — Kohn, A., Arch. mikr. Anat. Bd. 56, 1900. — Derselbe, Prager med. Wochenschr. 1902. — Derselbe, Die Paraganglien. Arch. mikr. Anat. Bd. 62, 1903.

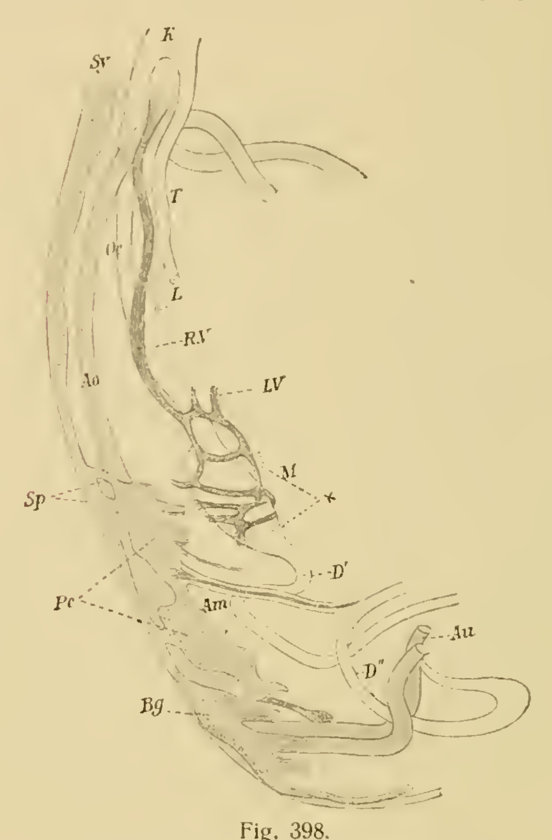


Fig. 398.

Grenzstrang und Bauchganglien eines menschlichen Embryo von 10,2 mm Nackenlänge. 20 : 1. Konstruiert nach Querschnitten.

K Kehlkopfanlage; *T* Luftröhre; *L* die Lungengänge; *Oe* Oesophagus; *M* Magen, von den Vagusästen umsponnen; *D'* Dünndarm; *D''* Dickdarm; *Ao* Aorta; *Am* A. omphalomesenterica; *Au* A. umbilicalis; *Sy* Grenzstrang; *Sp* Anlage der Nn. splanchnici; *Pc* Anlage des Plexus coeliacus; *Bg* Anlage der Beckengeflechte. Bei * Gruppen von Ganglienzellen in der Magenwand. (W. His jr., 1897.)

Entwicklung des Bauchteiles des Sympathicus. Fig. 398.

Die Entwicklung des Bauchsympathicus des Menschen (und des Kaninchens, der Katze) ist nach W. His jr. (1897) eine wesentlich einfachere, als die des Hühnchens, weil die zwei Gebilde, die das letztere auszeichnen, der sekundäre Grenzstrang und der Darmnerv, dem Menschen fehlen. Bei einem menschlichen Embryo von 10,2 mm Nackenlänge finden wir daher schon eine Anordnung, welche die Grundlage der Gestaltung des Erwachsenen bereits im wesentlichen widergibt.

In diesem Stadium besteht der Grenzstrang noch aus einem ungegliederten, stellenweise mehrfaserigen Stamme, der mit den Spinalwurzeln durch Rami communicantes zusammenhängt (in der Figur nicht dargestellt). Ober- und unterhalb der A. omphalomesenterica finden sich mächtige Ganglienlager, die von links und rechts die Aorta umgreifen und vor ihr sich vereinigen. Aus dieser Vereinigung sowohl, als aus den Flanken entspringen kurze, faserige Nervenstämme, die teils deutlich gegen die Nieren und teils gegen das Gekröse ausstrahlen, ohne jedoch die Epithelwand des Verdauungsrohres zu erreichen. In diesen Lagern haben wir die Anlage des Plexus coeliacus vor uns, der freilich noch nicht in seine späteren Abteilungen gegliedert ist.

Die beiden Stämmchen, welche das obere der beiden Ganglien mit dem Grenzstrang verbinden, sind die Anlage des N. splanchnicus major und minor; das untere stellt die Verbindung des Ganglion mesentericum superius mit dem Grenzstrang vor. Aus dem oberen Ganglion entspringen zwei etwas längere Nerven, deren einer sich im Mesoblast des Pylorus verliert, während der andere längs der A. omphalomesenterica verläuft und im Darmgekröse endigt.

„In der Nähe der Aa. umbilicales schwillt der Grenzstrang mächtig an, indem er auch hier von beiden Seiten Ganglienmassen entsendet, die gegen die Mitte konvergieren und sich teilweise vereinigen. Auch hier entspringen kurze dicke Bündel, die nach den Organen des Unterleibes hinstreben; es bildet dieser Komplex, der sich vom Grenzstrang noch nicht getrennt hat, die Anlage des Ganglion an der A. mesenterica inferior, sowie der verschiedenen Beckenganglien und des Bauchaortenplexus."

Auch diese Geflechte stehen, wie der Grenzstrang, von vornherein mit den Spinalnerven durch dicke faserige Stämme in Verbindung.

Der N. vagus ist ein mächtiger faseriger Stamm, der über der Cardia sich mit den Nerven der anderen Seite verbindet und die Mesobtastwand des Magens dicht unter dem Peritonaeum mit einem breiten faserigen Geflecht durchzieht. An beiden Kurvaturen befinden sich kleine Ganglienzellenhaufen; andere Ganglienzellen dringen, mit vielen Nervenfasern, vom Grenzstrange her in die Magenwand.

Die Darmwandganglien kommen also von außen heran und verbreiten sich erst später im Mesoblast der Darmwand der Länge und Quere nach. Ihre Zerlegung in Schichten hängt mit dem Auftreten der Muskelschicht zusammen.

C. Beckenteil des Sympathicus.

1. Astbildung und Verbindungen. Fig. 384, 399.

Die Ganglien des Sakralteiles senden folgende Äste und Verbindungen aus:

1. Rami intergangliares, einfache oder doppelte longitudinale Zwischenstränge;

2. Rami communicantes, zur Verbindung mit den spinalen Nervenstämmen;

3. Rami transversi, querverlaufende Verbindungen zwischen den Grenzsträngen beider Seiten. Sie kommen unbeständig auch am Lenden- und Brustteil vor;

4. zahlreiche Äste vom Grenzstrang zu dem Plexus hypogastricus inferior und den Gefäßen ziehend.

Fig. 399.

Sakralteil des Grenzstranges des Neugeborenen, schwach vergrößert.

s¹—s⁴ die vier Sakralganglien; *c* das unpaare, aber seine Zusammensetzung aus zweien noch andeutende Ganglion coccygeum mit starken peripheren Zweigen, die mit der A. sacralis media verlaufen. Dorsal vom Ganglion coccygeum ein kleines Zwischenganglion; *ri* Ramus transversus zwischen den beiden, bzw. drei letzten Sakralganglien. Prismazeichnung des zwischen Glasplatten liegenden Präparates.

2. Geflechte des Beckenteiles des Sympathicus.

Die Plexus hypogastrici inferiores, untere Beckengeflechte.

Sie gehen aus der Fortsetzung des Plexus hypogastricus superior hervor und bestehen anfangs aus zwei Strängen, welche an der medialen Seite der Vasa hypogastrica des kleinen Beckens liegen und an die laterale Fläche des Rektum gelangen. Im Grunde des kleinen Beckens, unmittelbar oberhalb des Levator ani breiten sie sich zu einem reichen Geflecht aus, welches durch Aufnahme der Äste aus dem Grenzstrange, ferner durch Äste von SII und III bedeutend verstärkt wird.

Aus diesem Geflecht gehen zahlreiche Nerven für die Beckeneingeweide hervor. Die unmittelbaren Zweige aus den Sakralnerven sind gleichsam als Nn. splanchnici sacrales zu betrachten, welche die Grenzstrangganglien überspringen. Die kleineren Geflechte verlaufen teilweise mit den visceralen Ästen der A. hypogastrica zu ihren Organen. Das Rektal- und Blasengeflecht ist beiden Geschlechtern gemeinsam. Zwischen beiden liegt beim Manne der Plexus seminalis und deferentialis, welcher durch den Plexus prostaticus in den Plexus cavernosus übergeht und mit dem Plexus vesicalis zusammenhängt. Beim Weibe findet sich statt dieser Geflechte der Plexus uterovaginalis.

. Aus dem Plexus hypogastricus gehen hiernach folgende sekundäre Geflechte hervor:

α. Plexus haemorrhoidalis medius.

Er entwickelt sich aus dem oberen hinteren Teile des Plexus hypogastricus inferior. Mit den Nerven des Plexus haemorrhoidalis sup. bildet er ein Geflecht, von welchem Zweige in die Wand des Rektum eintreten.

β. Plexus vesicalis.

Das Blasengeflecht entsteht aus dem vorderen unteren Abschnitt des Stammplexus, sowie aus dem Plexus deferentioprostaticus (uterovaginalis). Seine Nerven folgen anfangs den Gefäßen, werden später selbständig und gelangen besonders zum Blasengrunde (Nn. vesicales inferiores) und zum oberen Teil der Blase (Nn. vesicales superiores). Das Blasengeflecht ist reich an markhaltigen Nervenfasern, welche aus SIII und IV stammen. Die Nerven für den unteren Teil des Ureter entwickeln sich ebenfalls vom Plexus hypogastricus und stehen mit dem Plexus vesicalis in unterer Verbindung. Von den, oberhalb seiner Einmündungsstelle in die Blase zu ihm gelangenden Nerven, entspringt einer aus dem Anfangsteil des Beckengeflechts und dringt in den Ureter an der Stelle ein, wo dieser die Beckengefäße kreuzt; ein zweiter Faden folgt weiter unten, ein dritter gelangt vom ersten Sakralknoten zu ihm (Frankenhäuser).

γ. Plexus deferentialis, seminalis und prostaticus.

Dieses Geflecht besteht aus einem, die Vesicula seminalis und die Ampulle des Ductus deferens umspinnenden, Ganglienzellen führenden Geflecht, aus welchem Fasern den Ductus deferens aufwärts begleiten. Eine derselben gelangt zum Leistenkanal und mit dem Plexus spermaticus zum Hoden (Schlemm). Unten geht der Plexus seminalis in den Plexus prostaticus über, welcher seine Lage zwischen der Prostata und dem Levator ani hat und kleine Ganglien, Ganglia prostatica, einschließt. Auch in diesen Plexus gelangen Fasern von SIII und IV, in welchen Eckhardt die Nn. erigentes des Penis nachgewiesen hat. In der Bahn der Nn. erigentes kommen nach Lovén und Nikolsky Ganglienzellen vor. Fasern, welche die Penisgefäße verengern, sind in der Bahn des N. pudendus enthalten (Lovén).

δ. Plexus cavernosus penis.

Er bildet die Fortsetzung des Plexus prostaticus nach vorn, folgt der Pars membranacea urethrae, durchbohrt darauf mit mehreren Zweigen den M. transversus perinei profundus und gelangt zur dorsalen Fläche der Peniswurzel, wo er sich mit Ästen des N. penis aus dem N. pudendus verbindet. Aus dieser Verbindung gehen die Nn. cavernosi penis hervor, mehrere minores, und jederseits ein major (J. Müller). Jene ersteren treten in die Wurzel des Corpus cavernosum penis ein. Der N. cavernosus gibt Zweige in das Corpus cavernosum urethrae und in das Corpus cavernosum penis seiner Seite ab, läuft an der dorsalen Seite des letzteren vorwärts, verbindet sich mehrfach mit Zweigen des N. dorsalis penis und endigt schließlich im Schwellkörper des Penis. Einzelne Fäden gelangen zum Schwellkörper der anderen Seite und verbinden sich auch wohl mit dem N. cavernosus dieser Seite. Die Nn. cavernosi bestehen vorwiegend aus marklosen Fasern.

γ'. Plexus uterovaginalis.

Das Utero-Vaginalgeflecht stellt beim Weibe die Hauptmasse des unteren Teiles des Plexus hypogastricus inferior dar, liegt auf der lateralen Seite des oberen Teiles der Vagina und des Collum uteri und sendet von hier Ausläufer zur vorderen und zur hinteren Wand dieser Organe, ebenso an der Vagina abwärts, an dem Uterus aufwärts. Aus SIII und IV, nach Frankenhäuser auch aus SII, bezieht der Plexus reichlich spinale Fasern. In die Verzweigungen des Plexus sind von der Mitte der Scheide an bis zum oberen Ende des Uterushalses zahlreiche kleine Ganglien eingelagert, welche neben dem Scheidengewölbe etwas ansehnlicher sind. Eine plattenförmig verschmolzene Gruppe dieser paracervikalen Ganglien beschreibt Frankenhäuser als Cervikalknoten. Vom oberen Rande desselben geht nach demselben Beobachter der größere Teil der Uterusnerven aus; ein kleinerer stammt unmittelbar aus dem Plexus hypogastricus. Aus dem gleichen Gebiet entstehen auch Fasern für das untere Gebiet des Uterus, für die Blase und Scheide.

Am Fundus uteri treten Fäden des Plexus uterinus mit Zweigen des Plexus spermaticus zusammen.

δ'. Die Nerven der Schwellkörper der Clitoris, N. cavernosus clitoridis major et Nn. cavernosi clitoridis minores, stammen nach Valentin aus dem Plexus vesicovaginalis und bilden den Plexus cavernosus clitoridis.

D. Kopfteil des Sympathicus. Fig. 400.

Als Ganglien, welche dem Kopfteil des Sympathicus angehören, werden ihrer Struktur und Entwicklung wegen unbestritten angesehen: Das Ganglion oticum, sphenopalatinum, ciliare, submaxillare, sublinguale.

Ebenfalls als sympathische Ganglien zu betrachten sind eine Menge von Mikroganglien, welche z. B. in der Zunge, in den Speicheldrüsen, im Auge ihre Lage haben.

Von diesen vielen Ganglien sind die drei zuerst genannten zweifellos Grenzstrangganglien gleichwertig, während die übrigen periphere sympathische Ganglien darstellen.

Wie am Rumpfteil des Sympathicus, so sind auch an seinem Kopfteil Verbindungen, Geflechte und Äste der Ganglien zu unterscheiden.

Im einzelnen verhält sich der Kopfteil des Sympathicus folgendermaßen:

Vom Ganglion cervicale superius haben dessen Verbindungen mit dem Hypoglossus, Vagus und Glossopharyngeus bereits oben (S. 431) Erwähnung gefunden. Dasselbe Ganglion aber läuft in zwei obere Äste aus, von welchen der eine stark, der andere schwächer ist. Der letztere, N. jugularis, wendet sich zur Nervenabteilung des Foramen jugulare und spaltet sich in zwei Fäden, von welchen der eine zum Ganglion jugulare n. vagi zieht, während der andere seinen Weg zu dem Ganglion petrosum n. glossopharyngei nimmt.

Der stärkere obere Ast des Ggl. superius, der N. caroticus internus, begleitet die A. carotis interna in den Canalis caroticus und spaltet sich am Beginn desselben in zwei Äste, einen Ramus medialis und einen Ramus lateralis.

a) Der stärkere Ramus lateralis zieht anfangs an der hinteren, dann an der lateralen Wand der Carotis interna empor, bildet mit Fäden des Ramus medialis

ein Geflecht um das genannte Gefäß, den wichtigen Plexus caroticus internus, und tritt vielfach mit Hirnnerven in Verbindung. Diese Verbindungen sind:

1. Ein oder zwei Verbindungszweige mit dem Plexus tympanicus: N. caroticotympanicus inferior und superior. (Der letztere heißt auch N. petrosus profundus minor).
2. N. petrosus profundus.

   Er verbindet den lateralen Ast und mit ihm das Ganglion superius mit dem Ggl. sphenopalatinum, besteht wesentlich aus grauen Fasern und gehört zur Klasse der Rami intergangliares oder Zwischenstränge.

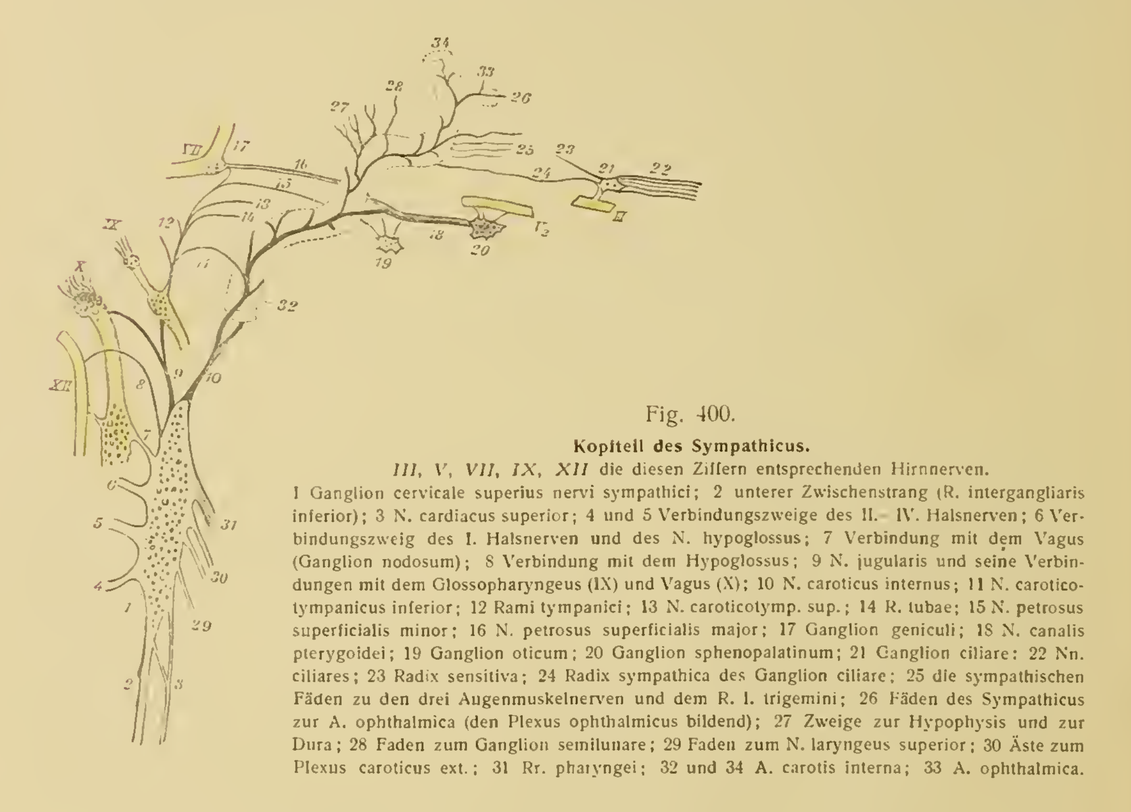


Fig. 400.

Kopfteil des Sympathicus.

III, V, VII, IX, XII die diesen Ziffern entsprechenden Hirnnerven.
1 Ganglion cervicale superius nervi sympathici; 2 unterer Zwischenstrang (R. intergangliaris inferior); 3 N. cardiacus superior; 4 und 5 Verbindungszweige des II.–IV. Halsnerven; 6 Verbindungszweig des I. Halsnerven und des N. hypoglossus; 7 Verbindung mit dem Vagus (Ganglion nodosum); 8 Verbindung mit dem Hypoglossus; 9 N. jugularis und seine Verbindungen mit dem Glossopharyngeus (IX) und Vagus (X); 10 N. caroticus internus; 11 N. caroticotympanicus inferior; 12 Rami tympanici; 13 N. caroticotymp. sup.; 14 R. tubae; 15 N. petrosus superficialis minor; 16 N. petrosus superficialis major; 17 Ganglion geniculi; 18 N. canalis pterygoidei; 19 Ganglion oticum; 20 Ganglion sphenopalatinum; 21 Ganglion ciliare: 22 Nn. ciliares; 23 Radix sensitiva; 24 Radix sympathica des Ganglion ciliare; 25 die sympathischen Fäden zu den drei Augenmuskelnerven und dem R. I. trigemini; 26 Fäden des Sympathicus zur A. ophthalmica (den Plexus ophthalmicus bildend); 27 Zweige zur Hypophysis und zur Dura; 28 Faden zum Ganglion semilunare; 29 Faden zum N. laryngeus superior; 30 Äste zum Plexus caroticus ext.; 31 Rr. pharyngei; 32 und 34 A. carotis interna; 33 A. ophthalmica.

3. Ein Verbindungszweig mit dem N. petrosus superficialis major legt sich dem letzteren in der Nähe des Porus caroticus internus an und zieht an jenem Nerven rückwärts zum Hiatus canalis facialis und zum N. facialis.
4. Verbindungszweige zum N. abducens, welche den letzteren innerhalb seines Weges im Sinus cavernosus an der lateralen Carotiswand erreichen.

b) Der schwächere Ramus medialis gibt Fäden zum Plexus caroticus internus, gelangt allmählich zur unteren Wand der Carotis interna und bildet besonders das im Bereich der dritten Biegung der Carotis interna gelegene Geflecht, welches wegen seiner Lage im Sinus cavernosus den Namen Plexus cavernosus führt. An der Bildung des Geflechts ist der laterale Ast nur mit einzelnen Fäden beteiligt.

Der Plexus cavernosus entsendet folgende Äste:

1. einige Fäden zum N. abducens.
2. Verbindungsfäden zum N. oculomotorius.
3. Einen Faden zum N. trochlearis.
4. Verbindungsfäden zum Ganglion semilunare und Ramus I trigemini.
5. Die Radices sympathicae des Ganglion ciliare.
6. Zweige für die Hypophysis cerebri, für welche unter den Neueren besonders Henle eingetreten ist.
7. Äste für die Carotis interna selbst. Sie bilden feine Geflechte um dieses Gefäß, setzen sich auf dessen Äste fort und bilden den Plexus arteriae cerebri anterioris, den Plexus arteriae cerebri mediae, sowie den Plexus arteriae chorioideae. Zwei oder drei Fäden wenden sich zur A. ophthalmica (C. Krause) und bilden den Plexus ophthalmicus.

4. Von dem Sympathicus der Tiere.

Über diesen weitläufigen Gegenstand sind hier nur einige Bemerkungen am Platze, welche sich zunächst auf den Kopfteil des Sympathicus beziehen.

Die Ausbildung eines dem Grenzstrange des Rumpfes entsprechenden, mit segmentalen Ganglien versehenen Längsstranges verhält sich im Kopf der Säugetiere nicht anders als beim Menschen. Sie beschränkt sich auf einige mehr oder weniger dünne Zweige, welche in Längsrichtung von einem zum andern Hirnnerven ziehen, beide kreuzen und an den Kreuzungsstellen Ganglien tragen. Bei Vögeln und Batrachiern sind diese Ganglien sehr klein, bei den Plagiostomen fehlt sogar ein Kopfteil des Sympathicus gänzlich. Von Amphioxus und Myxine fand Johannes Müller schon vor Dezennien, daß sie überhaupt keinen Sympathicus besitzen. Er schloß jedoch aus diesem Mangel nicht auf eigentliches Fehlen, sondern nur auf Nichtsonderung. Denn er stellte die Anschauung auf, daß die sympathischen Elemente für diese Tiere im cerebrospinalen System mit einbegriffen seien.

Mit dieser Anschauungsweise bekannt, suchte His jr. nach histologischen Beweisen für dieselbe und fand in der Tat an Embryonen von Knochenfischen und Haien, daß deren Kopfganglien aus zweierlei Elementen bestehen. Die eine Art von Zellen besitzt die bipolare Form und Größe der Spinalganglienzellen, die andere Art aber besteht aus kleineren Zellen, die nur einen, bald peripher, bald zentral gerichteten Fortsatz besitzen. Diese zweite Art von Zellen liegt stets an der Peripherie des Ganglion, bald seitlich, bald an einem der Pole; die innere Masse des Ganglion wird stets durch die erste Art gebildet. Die Annahme eines Jugendzustandes für diese Zellen ist ausgeschlossen; daß dieselben kleinen Zellen an den Ganglien der Spinalnerven nicht vorkommen, wird von dem Beobachter nicht unmittelbar angegeben, doch scheint er solche nicht wahrgenommen zu haben und vermutet daher, daß diese kleinere Zellengattung sympathische Elemente darstellt. Bei den Fischen und beim Frosch liegt nach ihm das Verhältnis folglich so, daß der größere Teil der sympathischen Kopfganglien mit den betreffenden spinalen Kopfganglien in Verbindung bleibt und eine Trennung sich nicht vollzieht wie bei den übrigen.

Die multipolaren Sympathicuszellen des Kaninchens sind (nach Guye und Schwalbe) mit zwei Kernen versehen.

Sigmund Mayer beobachtete in den sympathischen Ganglien des Frosches, Salamanders und anderer Tiere vielkernige Protoplasmakörper, sogenannte Zellennester, und brachte dieselben mit einer Regeneration der Zellen in Zusammenhang.

Über die Rami communicantes des Pferdes macht Onodi folgende Angaben:

Die aus dem Rückenmark kommenden, durch die Rami communicantes in den Grenzstrang gelangenden cerebrospinalen Fasern teilen sich in zwei, an Größe sehr verschiedene Teile, deren Verlaufsrichtung an verschiedenen Abschnitten des Grenzstranges verschieden ist. Vom 6. bis 7. sympathischen Brustganglion angefangen, steigt der größte Teil der Fasern der weißen Rami communicantes im Grenzstrange aufwärts und nur ein kleiner Teil abwärts. Bei den Rami com-

municantes der übrigen Brustknoten steigt der größte Teil abwärts, nur ein kleiner Teil aufwärts. Diejenigen cerebrospinalen Faserbündel, die vom 7. Brustganglion an im Grenzstrange abwärts ziehen, gehen, was den Brustteil betrifft, im Splanchnicus major und minor zu den Eingeweiden.

Der größere Teil der Fasern in den Rami communicantes des Lendenteils begibt sich im Grenzstrange abwärts, ein kleiner Teil aufwärts. Vom dritten und vierten Ramus communicans lumbalis lassen sich durch den Plexus mesentericus inferior Fasern verfolgen, welche die hintere Wand und den Scheitel der Blase, sowie auch den oberen und mittleren Teil des Rektum versorgen. Weiter kaudal nimmt in den Rami communicantes die Zahl der cerebrospinalen Fasern immer mehr ab. Die grauen Rami communicantes ziehen hier überwiegend zur Peripherie der Sakralnerven, nur ein geringer Anteil zieht in ihnen zentralwärts. Der Grenzstrang schließt an beiden Seiten in der Ursprungshöhe des fünften Sakralnerven mit einem großen Ganglion ab, dessen Äste die Schweifarterie begleiten.

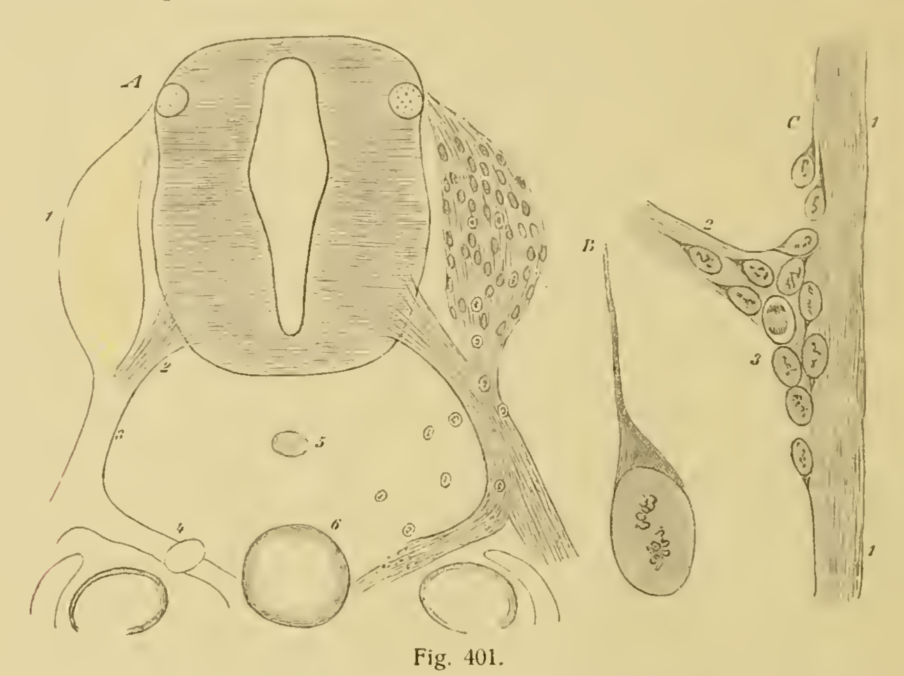


Fig. 401.

Fig. *A*. **Querschnitt des Rumpfes eines menschlichen Fetus vom Anfang des zweiten Monates.** 1 Ganglion spinale; 2 Radix anterior; 3 gemeinsamer Stamm; 4 Ramus communicans; 5 Chorda dorsalis; 6 Aorta, rechts sympathische Zellen, die vom Ganglion spinale auswandern.

Fig. *B*. **Eine junge sympathische Nervenzelle mit dem großen Kerne, dem Protoplasma und dem einen Fortsatz.**

Fig. *C*. **Kleiner Teil des Grenzstranges (1—1) mit einem Grenzstrangganglion (3) und dem Ramus communicans (2).** Der Neurit hat im Grenzstrang teils absteigende, teils aufsteigende Richtung, im Ramus communicans aufsteigende Richtung; eine Zelle ist in Mitose begriffen. (.W His.)

5. Entwicklung des Sympathicus. Fig. 401.

Während man in früherer Zeit die Elemente des Sympathicus vom mittleren Keimblatt ableitete, wurde zuerst von Schenk darauf hingewiesen, daß das äußere Keimblatt, wie dem übrigen Nervensystem, so auch dem Sympathicus den Ursprung gebe. Darauf zeigte Balfour die Berechtigung einer solchen Anschauungsweise, indem er fand, daß das sympathische Nervensystem im Zusammenhang mit den cerebrospinalen Nerven seinen Ursprung nimmt und in letzter Linie vom Ektoblast abstammt. Die sympathischen Ganglien zeigten sich bei Selachierembryonen immer als kleine Anschwellungen an den Hauptstämmen der Spinalnerven, etwas unterhalb ihrer Spinalganglien. An älteren Embryonen waren die sympathischen Ganglien von den spinalen weiter entfernt, zugleich aber durch Entwicklung von Zwischensträngen unter sich in Verbindung getreten. Am eingehendsten hat sich darauf Onodi mit dem Gegenstand beschäftigt und die Beweise für die Richtigkeit jener Vermutung vermehrt. Die sympathischen Ganglien stammen nach ihm von Wucherungen der Spinalganglien an deren ventralen Teilen, mit Ablösung der gewucherten Zellen

und Bildung selbständiger Organe. Die Anlagen der einzelnen Glieder der ganzen Kette sind anfänglich voneinander isoliert, später aber wachsen die Ganglien einander entgegen und verbinden sich zum Grenzstrange. Aus weiteren Vorschüben von Zellen in die Peripherie leiten sich darauf die sekundären Geflechte und Ganglienanhäufungen ab.

Wesentlich in derselben Weise hat sich in dieser Frage His ausgesprochen, doch betrachtet er den Vorgang der Bildung der sympathischen Ganglien nicht sowohl als eine Abschnürung von den Spinalganglien, sondern als eine Auswanderung unreifer Elemente aus den Spinalganglien in das Gebiet des werdenden Grenzstranges. Dies geschieht beim Menschen im Beginn des zweiten Fetalmonates. Zu dieser Zeit ist der Ramus communicans der Spinalnervenstämme bereits entwickelt; Fädchen von ihm gelangen zur Aorta, andere aber biegen in die Längsrichtung um, ohne schon jetzt einen zusammenhängenden Grenzstrang zu bilden. Mit anderen Worten: die spinalen Elemente des zukünftigen gemischten Grenzstranges eilen den sympathischen in ihrer Entwicklung voraus und zeigen den einwandernden sympathischen Zellenscharen die einzuschlagende Bahn an. Die reiferen Zellen der Spinalganglien sind auf dieser Stufe bereits bipolar; die jungen sympathischen Neuroblasten aber sind noch unipolar; der einzige Fortsatz liegt im Ramus communicans am zentralen Zellenpol; im Zwischenstrange kann der Fortsatz nach oben oder nach unten sich erstrecken (siehe Fig. 401 c). Erst in späterer Zeit tritt eine Vermehrung der Fortsätze auf (siehe Herznerven S. 439).

Wie man erkennt, gibt auch in dieser Fassung das primitive spinale Ganglion, welches demgemäß richtiger Ganglion commune zu nennen sein wird, den Mutterboden für die sympathischen Ganglien ab; die zurückbleibenden Elemente werden zu Spinalganglien-, die Auswanderer zu sympathischen Zellen.

Ob man die sympathischen Zellen, gleich den Spinalganglienzellen, als sensible Zellen zu betrachten habe, wie es in Anbetracht des gleichen Mutterbodens bis zu einem gewissen Grade berechtigt erscheint, blieb zweifelhaft; es ist wahrscheinlich, daß sich im Ganglion commune gerade eine Scheidung in zweierlei Elemente vollzieht, in sensible, welche seßhaft bleiben, und in motorische, welche auswandern. Dann würden alle sympathischen Nervenzellen, wo immer sie ihre Lage haben, motorischer Art sein. Nach den Beobachtungen von A. S. Dogiel kommen vielleicht zwei physiologische Zellarten vor, motorische und sensible (Anat. Anz. XI. 1896).

6. Elementarer Bau des Sympathicus.

Die Ganglienzellen im völlig ausgebildeten Sympathicus haben nicht an allen Orten desselben Individuum denselben Bau; denn es gibt zwar in überwiegender Menge multipolare Zellen (Fig. 402), aber es fehlt auch nicht an bipolaren; sogar unipolare und apolare sind beobachtet worden (siehe Herznerven, S. 435). Nach der Zahl der Fortsätze ist das sympathische Neuron nicht zu bestimmen, sondern allein nach der Abkunft. Dieser Satz wird von der vergleichenden Histologie nur bestätigt.

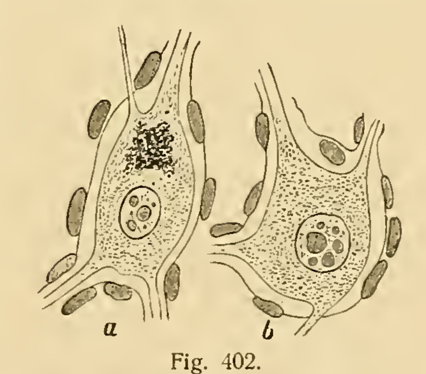


Fig. 402.
Zwei multipolare Zellen aus dem Sympathicus.
a aus dem Ganglion cervicale sup.; *b* aus dem Ganglion coeliacum.

Es seien hier zunächst die Ergebnisse von Cajál an den sympathischen Ganglien mitgeteilt. Beim Hühnchen sind ihre Zellen multipolar und zeigen außer dem Nervenfortsatz viele kurze Fortsätze, welche frei in demselben Ganglion enden. Die Längskommissuren zwischen den Ganglien bestehen aus Nervenfasern, welche in den Zellen der Ganglien entspringen und Endverzweigungen besitzen, die um den Zellkörper und seine kurzen Fortsätze liegen. Aus dem Rückenmark kommen von der Wurzel motorische Fasern, die ebenfalls mit freien Verzweigungen in den sympathischen Ganglien endigen. Längskommissuren haben selten Kollateralen,

durch welche eine sympathische Faser mit anderen benachbarten in Beziehung treten kann usw. Der einzige Nervenfortsatz der sympathischen Zelle geht in eine Remaksche Faser über, welche entweder in ein Längsbündel einläuft oder in einen der visceralen Zweige dringt, um sich in den Organen der vegetativen Zone zu verteilen.

Die Darmzotten, die Adventitia kleiner Gefäße, die glatte Muskulatur (Auerbachscher Plexus), das Hüllgewebe der Drüsen (Speicheldrüsen, Pankreas usw.) haben hier und da zerstreut gewisse Nervenzellen von Spindelform, dreieckiger, sternförmiger Gestalt, von deren Ecken zahlreiche Fortsätze ausgehen, die sich verzweigen und miteinander verbinden. So entstehen verwickelte Geflechte, welche die tätigen Zellen umgeben.

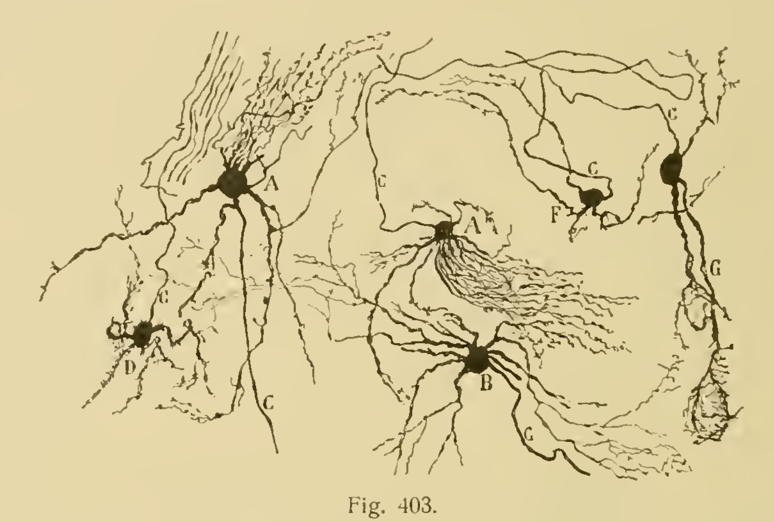


Fig. 403.

Verschiedene Typen von sympathischen Zellen aus dem oberen Halsganglion des erwachsenen Pferdes.

A Zelle mit einem dichten Busch von kurzen Fortsätzen; *B* Zelle mit feinen kurzen und vielverzweigten Fortsätzen; *C* Nervenfortsatz; *D* Zelle mit wenigen und kurzen zottigen Fortsätzen; *F* Zelle mit wenigen und feinen Fortsätzen; *G* Zelle mit 2 Fortsätzen, die zwei benachbarte Zellen umgebend endigen. (Cajál.)

Die große Mehrzahl der Nervenzellen des Grenzstranges des N. sympathicus, ebenso der Nervenzellen des Herzens des Frosches haben nach A. E. Smirnow (1900) nur einen Fortsatz, den Neurit oder die gerade Faser Arnolds. Die multipolaren Zellen sind nur in geringer Zahl vorhanden. Bei ihnen ist eine komplizierte Innervation der Zellkörper und ihrer Dendriten von seiten anderer Nervenzellen zu beobachten; gewöhnlich sind sie von einem perizellularen Endgeflecht umgeben. (Fig. 404, 405.) Eine Nervenfaser kann durch Astbildung eine ganze Gruppe von Nervenzellen innervieren. Die Neuriten haben Kollateralen, die in demselben Ganglion verlaufen und seine Zellen innervieren. Es gibt Neuriten der sympathischen Zellen ohne, mit feiner und mit dicker Markscheide.

Das Binnennetz kommt auch in sympathischen Nervenzellen vor (E. Veratti, Anat. Anz. XV, 1899); (siehe Fig. 407), ebenso gibt es gefensterte Zellen (Michailow).

Nach Dogiel enthalten das Ganglion cervicale medium, alle Ganglien des Brustteils des Sympathicus, das G. coeliacum, die Ganglien des Auerbachschen und Meißnerschen Plexus usw. zweierlei Arten von sympathischen Zellen: sensible und motorische, die in bestimmter Weise miteinander verbunden sind. Der Neurit

einer motorischen Zelle endet in den glatten Muskeln, während die Dendriten sich in Ganglien verästeln. Mit letzteren Verästelungen tritt der Neurit der sensiblen Zelle direkt oder durch Kollateralen in Verbindung. Die Dendriten der sensiblen Zellen erstrecken sich bis zur Mucosa und Submucosa.

Das Vorkommen chromophiler Zellen und Körperchen im Sympathicus betont H. Stilling und gibt eine zugehörige Abbildung von Ganglien des Bauchsympathicus der Katze. Anat. Anz. XV.

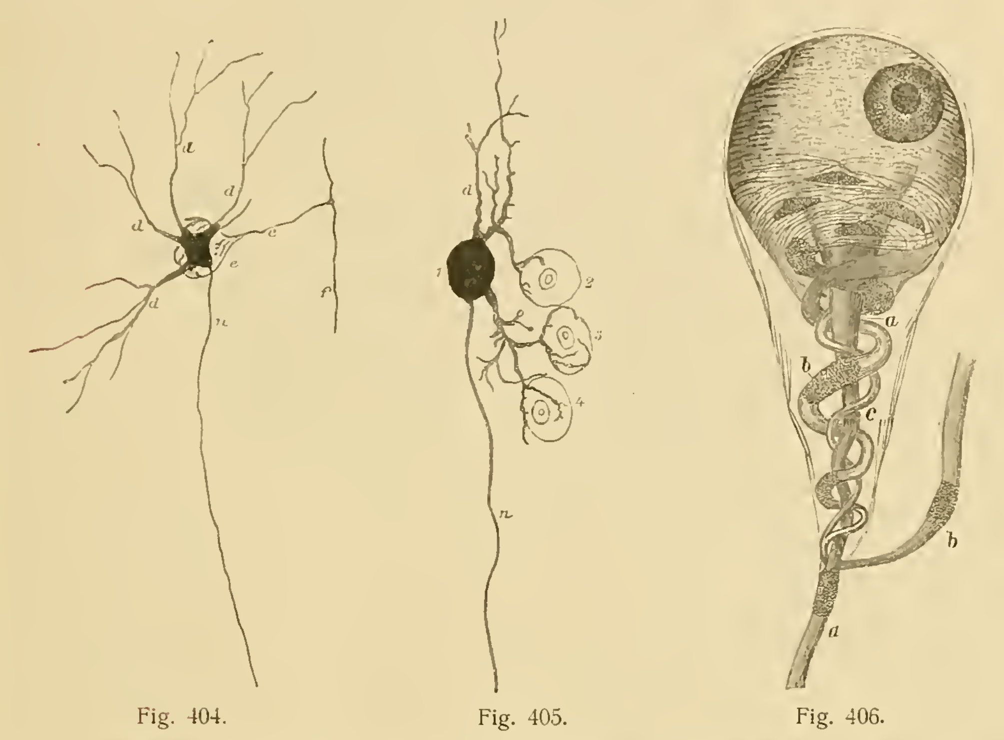


Fig. 404. Fig. 405. Fig. 406.

Fig. 404. **Sympathische Nervenzelle** mit den Dendriten *d* und dem Neuriten *n*; *e* Endbäumchen (perizellulares Geflecht) der Kollaterale *c*; *f* Fremdfaser, welche die Kollaterale *c* aussendet. (Nach Sala.)

Fig. 405. **Sympathische Nervenzelle.**
1 Zellkörper; 2—4 Zellkörper benachbarter sympathischer Nervenzellen, welche von Endbäumchen der Dendriten (*d*) von Zelle 1 in perizellulare Körbe eingeschlossen werden; *n* Neurit. (Nach Retzius.)

Fig. 406. **Sympathische Nervenzelle vom Sympathicus des Frosches und Spiralfaser.**

An dem Aufbau des Sympathicus sind außer den wesentlichen Bestandteilen, nämlich Nervenzellen und Nervenfasern markloser und markhaltiger Art, noch Bindegewebe und Gefäße beteiligt. Das Bindegewebe bildet um jede einzelne Zelle eine besondere endotheliale Scheide, welche sich auch auf die Äste fortsetzt. Fibrilläres Bindegewebe kommt im Innern reichlich vor und bildet für jedes Ganglion eine äußere feste Hülle. Fig. 19.

Calamida, U., Terminazioni nervose nelle mucose dei seni nasali. Anat. Anz. XXI. 1902. — Juschtschenko, A. J., Zur Frage über den Bau der sympathischen Knoten bei Säugetieren und Menschen. Arch. mikr. Anat. Bd. 49, 1897. — Kölliker, A. v., Der feinere Bau des Sympathicus, in: Gewebelehre, II, 2, 1896. — Lenhossék, M. v., Bau der sympath. Ganglien, in: Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane. Wiesbaden 1894. — Michailow, S., Der Bau der zentralen sympathischen Ganglien. Int. Monatsschr. Anat. Phys. Bd. 28, 1911. — Rubaschkin, W. J., Zur Lehre von dem Bau der sympathischen Nervengeflechte. Ber. d. kais.

militär-med. Akad. in Petersburg, Bd. III, 1901. — Smirnow, A. E., Zur Kenntnis der Morphologie der sympathischen Ganglienzellen des Frosches. Anat. Hefte Nr. 45, 1900.

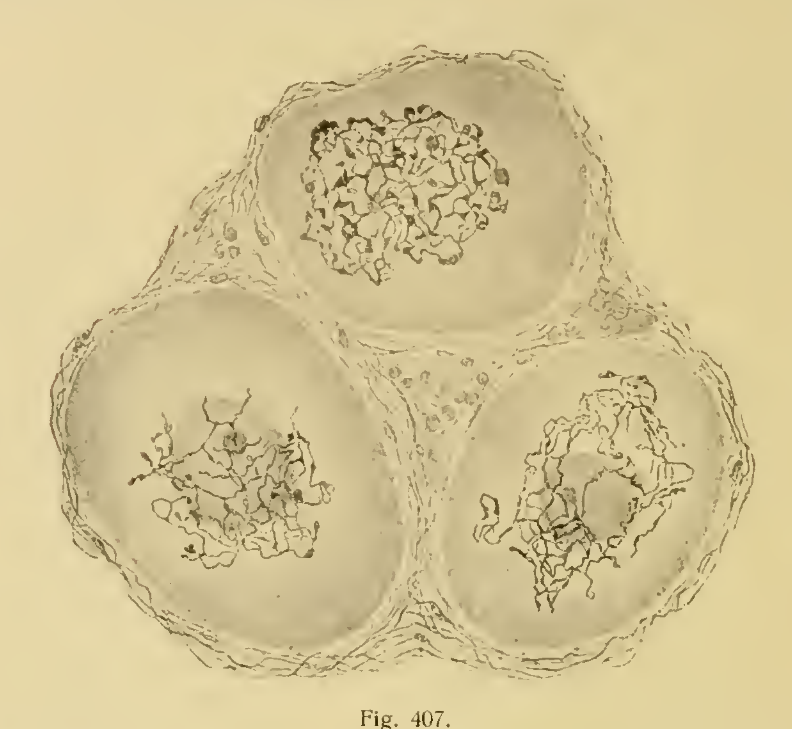


Fig. 407.
Binnennetz (Apparato reticolare interno im cervikalen Sympathicusganglion des erwachsenen Hundes.
(E. Veratti, 1896.)

7. Verbreitungsgebiet und physiologische Faserarten des Sympathicus.

Über die gröberen Beziehungen der beiden spinalen Nervenwurzeln und des spinalen Ganglion zum sympathischen Ganglion, und über die Beziehungen des letzteren zum Ramus anterior und posterior des gemeinsamen Spinalnervenstammes orientiert Fig. 408. Die dorsale Wurzel (*rs*) schwillt zum Ganglion spinale (*Sp*) an, an welchem die ventrale Wurzel (*rm*) medial vorüberzieht. Unterhalb des Ganglion befindet sich der gemeinsame Stamm des Spinalnerven, welcher sich sofort in den Ramus posterior (*p*) und Ramus anterior (*a*) teilt. Das sympathische Ganglion (*Sy*) steht mit der ventralen und dorsalen Wurzel, beziehungsweise mit dem Ganglion spinale in Verbindung. Das sympathische Ganglion gibt ferner auch Fäden ab an den Ramus anterior und posterior des Spinalnerven; aus Früherem ist es aber bekannt, daß das sympathische Ganglion auch Fasern an den Ramus meningeus abgibt; endlich treten Fasern des Ganglion massenhaft in die Peripherie der Rami communicantes der Spinalnerven über, so daß also die vier verschiedenen Astgruppen der Spinalnervenstämme mit sympathischen Fasern versorgt werden. Dabei ist von selbständig zur Peripherie tretenden Ästen des Ganglion sympathicum, die ebenfalls vorkommen, noch abgesehen.

Das periphere Verbreitungsgebiet des Sympathicus erstreckt sich über den ganzen Körper. Seine Verästelungssysteme folgen dabei in ihrer Bahn überwiegend der Bahn der cerebrospinalen Nerven und der Gefäße; ein anderer Teil schlägt selbständige Bahnen ein. Es wäre irrtümlich, annehmen zu wollen, die Äste des

Sympathicus gelangten, gemischt mit cerebrospinalen Fasern, nur zum Darmapparat; denn ebenso wie sie mit dem cerebrospinalen Anteil der Rami communicantes zum Darmapparat und zu dem Gefäßapparat gelangen, ebenso mischen sich sympathische Fasern auch den übrigen Ästen des cerebrospinalen Nervenstammes bei, wie bereits oben hervorgehoben worden ist.

Es wird sich also darum handeln, zu untersuchen, welche Organe und Gewebe in diesem ausgedehnten, über den ganzen Körper sich erstreckenden Verbreitungsgebiet der Sympathicus aufsucht.

Drei Organgebiete sind es nun, welche sich als die Hauptaufnahmeplätze der Peripherie des Sympathicus erweisen:

1. die glatte Muskulatur und ein Teil der gestreiften;
2. die Gefäße, und
3. die Drüsen des Darmsystems, des Harn- und Genitalsystems, des Hautsystems, zu welchem auch ein Teil der Speicheldrüsen gehört.

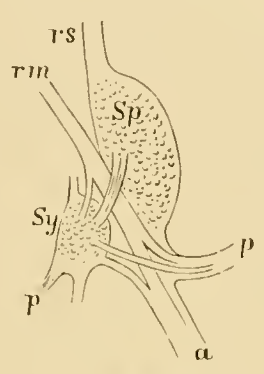


Fig. 408.

Aus Schnitten hergestelltes Bild zur Verdeutlichung der Beziehungen des Ganglion sympathicum (*Sy*) zum spinalen Systeme. Vom Sympathicus des Vogels. *Sy* Ganglion des Grenzstranges; *Sp* Ganglion spinale; *rs* Radix sensitiva; *rm* Radix motoria des Spinalnerven; *p* Ramus posterior des Spinalnerven; *a* Ramus anterior des Spinalnerven; das Ganglion sympathicum steht in Verbindung mit der motorischen und sensiblen Wurzel des Spinalnerven, bezw. mit dem Spinalganglion. Das Ganglion sympathicum gibt ferner Faserzüge zum Ramus anterior und Ramus posterior.

Was die Muskulatur betrifft, so ist die glatte Muskulatur der Speiseröhre, des Darmkanals, des Respirationstraktus, des Harn- und Geschlechtsapparats, sowie diejenige des Auges besonders zu nennen; zu der teilweise vom Sympathicus versorgten gestreiften Muskulatur gehört diejenige des Schlundes, eines Teiles der Speiseröhre, des Herzens.

Was die Gefäße betrifft, so ist es insbesondere die Muscularis, welche vom Sympathicus innerviert wird, doch sie nicht allein.

Was die drüsigen Organe betrifft, so fällt ein Teil der zu ihnen gelangenden Nerven den Gefäßnerven zu, ein anderer Teil aber ist unmittelbar sekretorischer Art.

In den dem Sympathicus eigentümlichen Organgebieten sind ihm in mehr oder weniger ausgedehnter Weise sensible Fasern beigemischt.

Endlich sind noch kürzere zentripetalleitende Fasern zu erwähnen, welche mit dem einen Ende in den Schleimhäuten, mit dem anderen Ende in näheren oder entfernteren sympathischen Ganglien endigen und Reflexe auf die glatten Muskeln des betreffenden Gebietes zu vermitteln vermögen; das Vorhandensein von Fasern dieser Art wird durch das physiologische Experiment gefordert.

Zählt man zusammen, so ergeben sich folgende physiologische Faserarten: motorische, vasomotorische, sekretorische, beigemischte sensible, Reflexfasern. Ein Teil der motorischen Fasern zeigt die Eigenschaft der Hemmungsnerven, ein anderer wirkt beschleunigend und gehört zu der Reihe der excitierenden Nerven usw. (siehe S. 11).

Es ist in hohem Grade nützlich, sich diese Verhältnisse zunächst am sympathischen Segment zu vergegenwärtigen, darauf erst die Gesamtheit der Segmente und ihren gegenseitigen Zusammenhang in Betracht zu ziehen. Als das Schema des sympathischen Segments ist Fig. 420 zu betrachten.

Die Gefäßnerven erscheinen häufig als Äste von Spinalnerven, welche an den verschiedensten Orten zu den Gefäßen treten; ihr nächstes Zentrum aber liegt dennoch im Sympathicus, von dem aus sie zu jenen Nervenstämmen gelangen. An vielen anderen Orten liegt die unmittelbare Versorgung durch den Sympathicus deutlich zutage, in welcher Hinsicht an die vielen Rami vasculares der Grenzstrangganglien zu erinnern ist. Stellt der Sympathicus demnach das primäre Gefäßzentrum dar, so besitzt derselbe hinwiederum cerebrospinale Gefäßzentren, welche höhere oder sekundäre Gefäßnervenzentren genannt werden. Dieselben liegen in dem Rückenmark und im Hirnstamm.

Ganz entsprechend verhält es sich mit den Zentren des Drüsenapparates, der glatten und gestreiften Sympathicus-Muskulatur außerhalb des Gefäßapparates; die primären Zentren liegen im Sympathicus, die sekundären im cerebrospinalen Zentralorgan. Das ist die Folge der eigentümlichen Verkettungen, welche zwischen beiden Systemen, dem sympathischen und cerebrospinalen, bestehen und den Sympathicus als ein zwar höchst wichtiges, aber bis zu gewissem Grade abhängiges System erscheinen lassen.

8. Nervenendigungen im Verbreitungsgebiet des Sympathicus.

Es ist zurzeit noch nicht möglich, über alle hier in Frage kommenden Nervenendigungen zu berichten; doch liegen über einen ansehnlichen Teil sichere mit allen neuen Hilfsquellen gewonnene, wenn auch noch nicht in allen Stücken abschließende Erfahrungen vor, unter welchen diejenigen von Cajál, Retzius und Kölliker, welchen wir hier wesentlich folgen, obenan stehen und eine Reihe interessanter Aufschlüsse gewähren.

a) Endigung in der glatten Muskulatur. Fig. 409.

Ein Beispiel gilt für den ganzen großen Apparat. Eine blasse Nervenfaser zweigt sich von einem Ast ab und begibt sich zu einigen umliegenden Muskelbündeln. Hier teilt sie sich dichotomisch und schickt die beiden Äste zu verschiedenen Bündeln. Diese Äste biegen um und verästeln sich zu wiederholten Malen. Alle diese Äste sind mit kleinen dichtstehenden Knötchen besetzt. Die Äste laufen an den Muskelbündeln frei aus und haften ihnen innig an. Doch legen sich die Nerven den Muskelbündeln nicht nur äußerlich an, sondern sie dringen in das Innere der Bündel ein, um zwischen den Muskelzellen sich zu verästeln und alsdann zu enden. Diese Form der Endigung ist der in den gestreiften Muskeln bei den niederen Tieren, z. B. bei Würmern, sehr ähnlich. Ein Eindringen in die Substanz der Muskelzellen, eine Verbindung der Endfibrillen mit dem Kerne der Muskelzellen, welche einige frühere Beobachter annahmen, ist nicht vorhanden.

Bezüglich der Muscularis tracheae siehe Abt. IV, Fig. 259.

Im ganzen liegt hier eine Bestätigung und Sicherstellung der Ergebnisse vor, welche von Kölliker über die Nervenendigung in den glatten Muskeln schon vor Jahren mit einfacheren Methoden erhalten worden waren.

Über die Endigungen der motorischen Herznerven siehe S. 435.

Über die Endigung zentripetaler Herznerven siehe Fig. 388, 389.

b) Endigungen an den Gefäßen.

Die marklosen Nerven bilden Geflechte um die Arterien, sogenannte periarterielle Nervenplexus. Aber sie bilden nicht nur Netze mit zusammenhängenden

Schlingen, sondern sie entsenden hier und da verästelte und variköse Seitenästchen, welche den Muskelfasern der Arterienwand eng anliegen und an ihnen frei auslaufend endigen. Fig. 410. Nerven der Kapillaren siehe Abt. III, Fig. 209.

c) Endigung in der Milz.

Zur Untersuchung diente die Milz kleiner Säuger. (G. Retzius.)

Die Nerven treten stets mit den Arterien in das Organ ein und begleiten dieselben nach allen Richtungen, indem sie Geflechte um dieselben bilden. Von diesen entspringen hier und da Äste, welche sich der Arterienwand anlegen und ihr seitliche Zweige zusenden. Letztere verästeln sich weiter und umstricken das Gefäß. Die feinsten Seitenästchen laufen mit freien Enden an der Arterienwand aus. Sie sind mit feinen Knötchen besetzt. Wie man erkennt, sind dies die Nerven der Muscularis der Arterienwand. Die Pulpa ist arm an Nerven. Einzelne Fasern treten in sie hinein und verästeln sich in ihr büschelförmig; wahrscheinlich

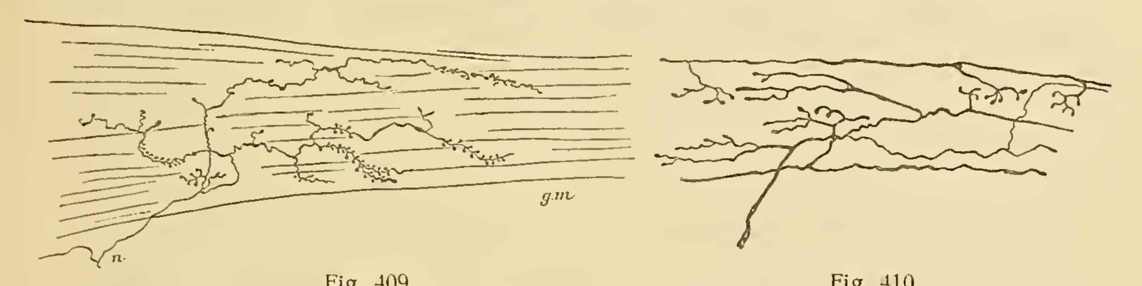


Fig. 409. Fig. 410.

Fig. 409. **Nervenendigung in der glatten Muskulatur.** (G. Retzius.) *gm* glatte Muskulatur; *n* Nerv.
Fig. 410. **Nervenendigung in einer kleinen Arterie.** (G. Retzius.)

sind aber auch die Nervenzweige der Pulpa für die Gefäße bestimmt. Ganglienzellen wurden keine gesehen (siehe auch Ruffini: Internat. Monatsschrift f. Anat. und Phys. Bd. XXIII, 1906).

Außer den Gefäßnerven der Milz ist, worauf Kölliker hinweist, das trabekulare System von Nerven reich entwickelt bei allen Milzen, deren Trabekel glatte Muskulatur einschließen. In allen diesen muskulösen Balken bilden die Nerven einen äußeren, die Balken überziehenden Plexus mit vorwiegend längsgerichteten Maschen, von welchen aus dann feinere Zweige in das Innere der Balken eindringen, um in kleinen Abständen vorwiegend der Länge nach zu verlaufen und nach weiterer Netzbildung mit zarten Endbäumchen zu endigen. In den Milznervenstämmen kommen neben unzähligen Remakschen Fasern spärliche markhaltige vor, welche Teilungen zeigen und allmählich ihr Mark zu verlieren scheinen; denn in den feineren und feinsten Ästen sind markhaltige Fasern nicht mehr nachzuweisen. Es liegt nahe, diese Fasern als solche sensibler Art anzusprechen.

d) Endigung in den Eingeweiden.

1. Endigung in den Speicheldrüsen des Mundes, an der Submaxillaris. Sie war schon 1889 von Cajál gesehen worden. Die Nervenfasern ordnen sich zu einem Geflecht, mit rundlichen oder polygonalen Maschen um die primitiven Läppchen. Die Bündel des Geflechtes sind von verschiedener Dicke, haben oft einen wellig gebogenen Verlauf und bestehen aus verschiedenen Axenzylindern ohne Markscheide. Diese Axenzylinder verästeln sich während ihres Verlaufes

und entsenden feine variköse Fibrillen, welche auf der Basalmembran oder auf der äußeren Fläche der Speichelzellen frei zu endigen scheinen. Das Geflecht stammt ab von Nervenzweigen, welche von sympathischen Ästen ausgehen, die mit den Blutgefäßen in die Drüse eindringen. Ob interepitheliale Endzweige vorhanden sind, konnte an den vorliegenden Objekten nicht entschieden werden. Es fehlte nicht an Ganglienzellen und Ganglienzellengruppen, d. i. an Mikroganglien.

Wohl aber hatte Cajál schon 1891 am Pankreas Nerven zwischen die Drüsenzellen hinein zu verfolgen vermocht; sie hörten hier mit freien verästelten interepithelialen Endfasern auf.

Kürzlich gelang es Retzius, an einem günstigeren Objekt, den sogenannten Parotiden des Salamanders, Verhältnisse zu sehen, welche sich ganz an die

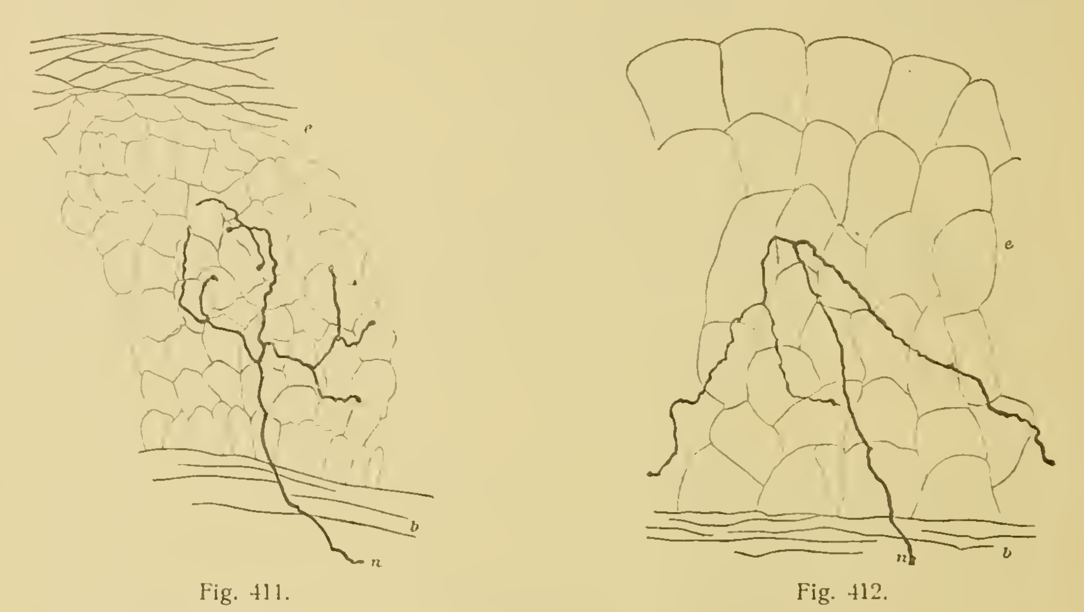


Fig. 411. Fig. 412.

Fig. 411. **Nervenendigung im geschichteten Plattenepithel des Oesophagus.** (G. Retzius.) *n* Nervenfaser; *b* Bindegewebe; *e* Epithel.

Fig. 412. **Nervenendigung im Epithel der Harnblase.** (G. Retzius.) *n* Nervenfaser; *b* Bindegewebe; *e* Epithel.

Ergebnisse Cajáls anschließen. Die Endfasern des perilobulären Geflechts dringen durch die Basalmembran hindurch und treten mit den Speichelzellen in unmittelbare Berührung. Die Mehrzahl der Endfasern schmiegt sich dabei in die Zwischenräume der Zellenbasen; hier und da aber dringen auch Fasern tiefer zwischen den Seitenflächen der Zellen vor. An Oberflächenbildern wäre ein solches Verhalten schwer sicher zu stellen; allein Querschnitte lieferten entscheidende Bilder. Ähnliche Ergebnisse lieferte die Unterzungendrüse von Lacerta agilis.

Siehe Fig. 414 und Abt. IV, S. 63, Fig. 84—86.

2. Im Epithel des Oesophagus. Fig. 411.

Im Oesophagus der Katze gelang der Nachweis, daß Nervenfasern in das Epithel austreten und eine reichliche interzellulare Verästelung eingehen (G. Retzius).

3. Endigung in der Leber. Fig. 413.

Die Erfahrungen sind noch unvollständig. Hier und da fanden sich in der Leber von Hund und Katze außer den gefärbten Gallenkapillaren auch Nerven-

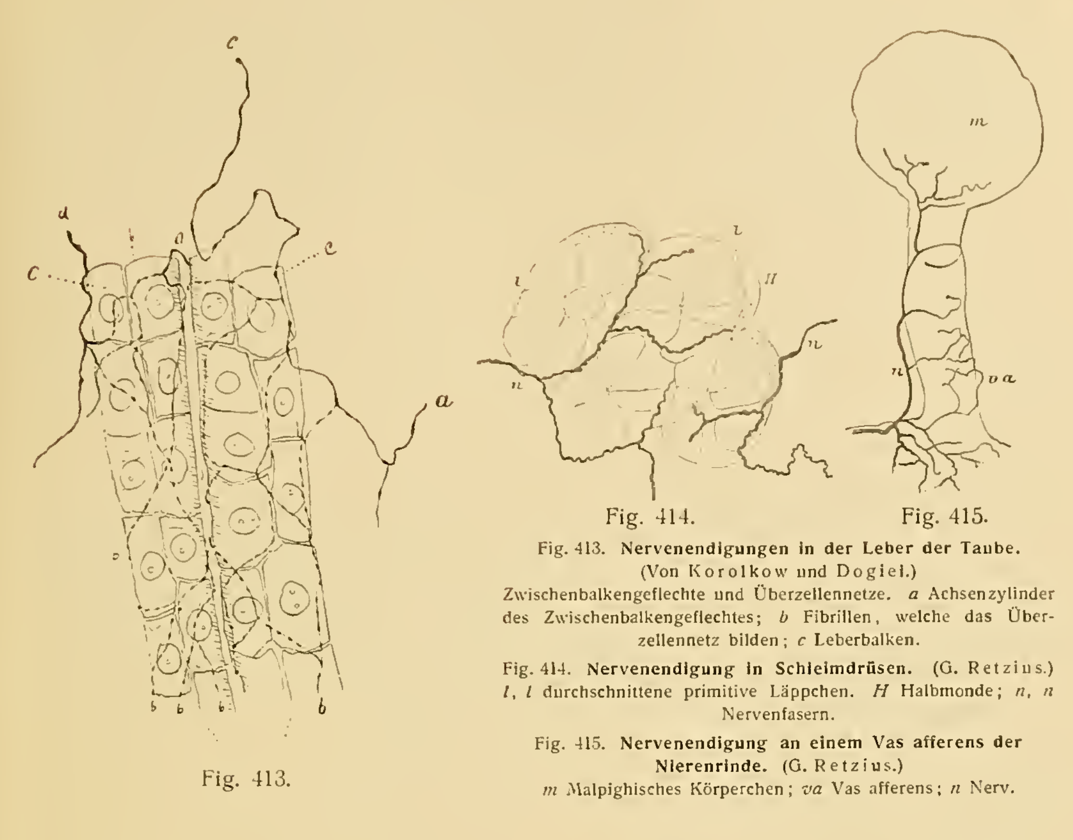


Fig. 413. Fig. 414. Fig. 415.

Fig. 413. Nervenendigungen in der Leber der Taube. (Von Korolkow und Dogiel.) Zwischenbalkengeflechte und Überzellennetze. *a* Achsenzylinder des Zwischenbalkengeflechtes; *b* Fibrillen, welche das Überzellennetz bilden; *c* Leberbalken.

Fig. 414. Nervenendigung in Schleimdrüsen. (G. Retzius.) *l, l* durchschnittene primitive Läppchen. *H* Halbmonde; *n, n* Nervenfasern.

Fig. 415. Nervenendigung an einem Vas afferens der Nierenrinde. (G. Retzius.) *m* Malpighisches Körperchen; *va* Vas afferens; *n* Nerv.



Fig. 416. Fig. 417.

Fig. 416. **Intermuskuläres Endbäumchen aus der Wand der Trachea des Hundes.** Die zugehörige breite markhaltige Nervenfaser ist weithin sichtbar. Flächenpräparat, Methylenblau. (A. Arnstein.)

Fig. 417. **Perizellulare Nervenendigungen an den Wimperzellen der Trachea des Hundes.** (A. Arnstein.)

fasern. Die Nervenfasern begleiten und umspinnen die interlobulären Blutgefäße und senden von Stelle zu Stelle kleine terminale Seitenzweige aus, welche an der Gefäßwand mit knotigen Spitzen endigen. Es sind Gefäßnerven. Andere Nervenfasern, welche in das Innere der Läppchen eintreten und die Drüsensubstanz innervieren, sind ebenfalls gesehen worden (A. S. Dogiel).

4. Endigung in der Trachea. Fig. 416, 417; siehe Abt. IV, S. 208.
5. Endigung in den Lungen; siehe Retzius, Biolog. Untersuchungen, Bd. III.
6. Endigung in der Niere. Fig. 415 und Abt. IV, Fig. 323.

Die gröberen Nervenzweige dringen mit den Arterien in den Hilus ein. Ein oder zwei feine Zweige folgen jeder A. interlobularis und verhalten sich an ihr,

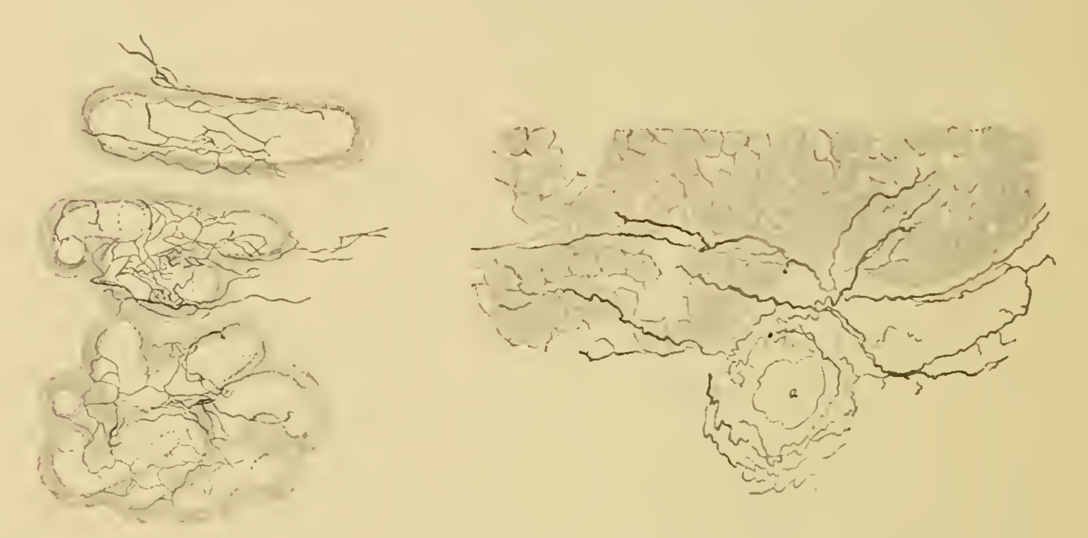


Fig. 418. Fig. 419.

Fig. 418. **Nerven im Caput epididymidis eines jungen Katers.** (Schnitt.) (D. Timofeew.)
Fig. 419. **Nerven an Samenkanälchen des Kaninchens.** *a* Blutgefäß. (G. Sclavunos.)

wie es von den Gefäßen schon oben beschrieben worden ist. Feine Nervenzweige begleiten auch alle Vasa afferentia und umstricken sie bis in die Glomeruli hinein. An dem Glomerulus selbst und an den Vasa efferentia konnten keine Nerven gesehen werden. Ebensowenig wurden im Drüsenparenchym endigende Nerven wahrgenommen (G. Retzius).

7. Im Epithel der Harnblase. Fig. 412.

In der Harnblase des Kaninchens zeigte sich, daß Nervenfasern aus dem Bindegewebe in das Epithel aufsteigen, um in demselben nach einer mehr oder weniger reichen Verästelung mit freien Enden aufzuhören. Die Nervenfasern verlaufen alle eine weite Strecke im Epithel tangential; doch befindet sich die Endigung nie in den oberflächlichen Schichten, sondern in den tieferen, gegen welche die Endfibrillen sich zurückbiegen, so daß die Endigung in der Nähe der Bindegewebsgrenze gelegen ist (G. Retzius).

8. Endigung in den Ovarien; siehe Retzius, Biolog. Untersuchungen, Bd. V.
9. Endigungen im Hoden. Fig. 418 und 419.
10. Im Peritonaeum; siehe Abt. IV, S. 394.

Buch, M., Die Sensibilitätsverhältnisse des Sympathicus und Vagus mit besonderer Berücksichtigung ihrer Schmerzempfindlichkeit im Bereich der Bauchhöhle. Arch. Anat. u. Phys. 1901. — v. Csiky, Die Nervenendigungen in den glatten Muskelfasern. Internat. Monatsschrift Bd. XIV, 1897 (Blutegel und Frosch). — Kallius, E., Nervenendigungen in Drüsen. In: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, herausgegeben von Merkel und Bonnet, Bd. IV, 1895. S. 1—18. — Kölliker: Sitzungsberichte der Würzburger phys. med. Gesellschaft 1893. — Ottolenghi, D., Sur les nerfs de la moelle des os. Arch. ital. de Biologie XXXVII, 1902.

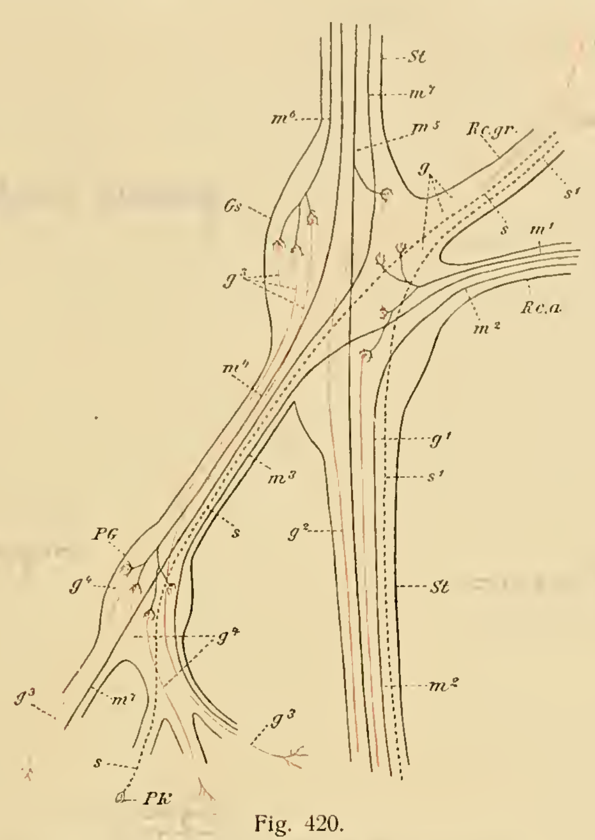


Fig. 420.

Schema zur Darstellung des Verlaufes der Fasern im Sympathicus. (Von A. Kölliker.)

PG peripheres Ganglion; *Gs* Ganglion des Grenzstranges; *PK* Pacinisches Körperchen; *Rca* weißer Ramus communicans; *Rcgr* grauer Ramus communicans; *St* Stamm des Grenzstranges; *g* Ganglienfasern, die im Ramus communicans griseus weiterziehen und in einem Ramus posterior eines Spinalnerven zu Arrectores pilorum ziehen; g^1 Ganglienfasern, die im Grenzstrange weiterziehen; g^2 Ganglienfasern, deren Ganglienzelle von einer Kollaterale der Faser m^5 innerviert wird; g^3 Ganglienfasern, deren Zellen von spinalen im Grenzstrange herunterlaufenden Fasern m^6 innerviert werden und jenseits des peripheren Ganglion enden; g^4 Ganglienfasern, die im peripheren Ganglion entspringen und jenseits desselben enden; m^1 motorische spinale Faser, die im Ganglion selbst endet; m^2 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange weiter zieht; m^3 motorische spinale Faser, die vom Ramus communicans albus des Grenzstrangganglion kommt, dieses und das periphere Ganglion durchsetzt und weiter in kleineren Ganglien endet; m^4 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange herunterläuft, das Grenzstrangganglion durchsetzt und in dem peripheren Ganglion endet; m^5 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange herunterläuft, im Grenzstrangganglion eine Kollaterale abgibt, die um eine Zelle endet; m^6 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange herunterläuft und im Grenzstrangganglion endet; m^7 motorische spinale Faser, die im Grenzstrange herunterläuft, das periphere Ganglion durchsetzt und weiter in kleineren Ganglien endet; *s* sensible Cerebrospinalfaser, die jenseits beider Ganglien in einem Pacinischen Körperchen *PK* endet resp. beginnt; s^1 sensible Cerebrospinalfaser, die im Grenzstrange weiter läuft — Punktierte Linien = sensible cerebrospinale Fasern. Durchgehende schwarze Linien = cerebrospinale motorische Fasern I. Ordnung (Praeganglionic fibres Langley). Rote Sterne und Linien = sympathische Ganglienzellen und Ganglienfasern (Postganglionic fibres Langley).

9. Faserverlauf im Sympathicus. Fig. 420.

Über den Faserverlauf im Sympathicus ist das letzte Wort noch nicht zu sprechen. So verwirrend aber der Anblick der über den ganzen Körper ausge-

breiteten Masse von Ganglien, Geflechten, peripheren Zweigen erscheinen mag, gewisse allgemeine Grundzüge des Faserverlaufes haben sich dennoch, dank dem Bemühen vieler Forscher, insbesondere v. Köllikers, allmählich ermitteln lassen.

Es ist am Platze, die von Kölliker aufgestellten Sätze hier folgen zu lassen:

1. Die cerebrospinalen motorischen Fasern enden alle mit Endverästelungen um die sympathischen Zellen herum; bei denselben kommen keine direkten Endigungen im Darme, an Gefäßen usw. vor.

2. Hierbei ist der Verlauf derselben ein längerer oder kürzerer. Die einen enden an den nächst gelegenen Ganglienzellen, andere durchlaufen mehrere Ganglien, bevor sie zu ihren Endigungen gelangen, und können hierbei durch Kollateralen auf eine Mehrheit von Zellen einwirken. Noch andere endlich finden erst an den am meisten peripherisch gelegenen Ganglien ihr Ende, wobei es unentschieden bleibt, ob sie in ihrem Verlauf auf zwischengelegene Zellen einwirken.

3. Die Ganglienfasern des Sympathicus entspringen von den sympathischen Zellen, zeigen in ihrem Verlauf keine Beziehungen zu anderen Zellen und enden bald nahe, bald sehr entfernt von ihrem Ursprung mit freien Endigungen an glatten Muskeln oder Drüsen.

4. Die sensiblen Fasern des Sympathicus stammen alle von cerebrospinalen Fasern und enden, wie cerebrospinale sensible Elemente, in den peripherischen Teilen. Der Sympathicus besitzt keine ihm eigenen sensiblen Fasern. Siehe Fig. 420.

Register.

I.

K.

O.

P.

R.

W.

Z.

Druck von Richard Hahn (H. Otto) in Leipzig.



